

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LOS VERTIMIENTOS

Decreto 3930 de 2010, Artículo 44. Resolución 1514 de 2012

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ**

Director

José Stalin Rojas Amaya

Centro de Investigaciones para el Desarrollo - CID

Coordinadora

Laura Cecilia Osorio Muñoz

Instituto de estudios ambientales - IDEA

Elaborado por

Gisselle Jiménez Rubio

Ingeniera Química

Esp. Seguridad Industrial, Higiene y Gestión Ambiental

Bogotá D.C. Julio 2014

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1 Valoración de vulnerabilidad	3
2.2 Valoración de las amenazas	5
3. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO.....	8
3.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza.....	9
3.1.1 Amenazas naturales del área de influencia	9
3.1.2 Amenazas operativas o amenazas asociadas a la operación del sistema de gestión de vertimiento	11
3.1.2.1 Calificación del impacto de cada riesgo por Amenazas operativas.....	16
3.1.3. Amenazas por condiciones socioculturales y de orden público.....	19
3.3 Consolidación de los Escenarios de Riesgo.....	19
Escenario 1. Vertimiento de Agua Residual Industrial no tratada por fallas humanas u operacionales.....	23
Escenario 2: Vertimiento de ARI no tratada por suspensión del sistema de tratamiento por mantenimiento de éste.....	24
ESCENARIO 3: Contaminación con sustancias químicas derramadas.....	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las consecuencias.....	3
Tabla 2 Clasificación del impacto (I).....	6
Tabla 3 Grado de Prioridad (Pi).....	6
Tabla 4 Valoración de la vulnerabilidad.....	7
Tabla 5 Valoración de la probabilidad de ocurrencia.....	8
Tabla 6 Valoración de la magnitud de las consecuencias.....	8
Tabla 7 Valoración de la intensidad de la amenaza.....	9
Tabla 8 Descripción de riesgos naturales.....	10
Tabla 9. Valoración de las amenazas.....	10
Tabla 10 Grado de vulnerabilidad física	11
Tabla 11 Medidas de control y prevenciones básicas en la operación.....	12
Tabla 12. Factores de riesgo y eventos que pueden tener impacto en cada fase del proceso de vertimiento.....	15
Tabla 1 Matriz de identificación de riesgos internos del sistema de tratamiento.....	16
Tabla 14 Calificación del impacto de riesgos internos con y sin controles	18
Tabla 15 Descripción de Escenarios identificados en el manejo del ARI en la Curtiembre.....	20

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Tabla 16 Análisis del riesgo de vertimiento sin tratamiento adecuado.....	21
Tabla 17 Medida para reducir el riesgo de vertimiento de agua residual industrial no tratada a la fuente hídrica (quebrada o río).....	23
Tabla 18 Medida para reducir el riesgo de vertimiento de agua residual industrial no tratada por suspensión del sistema de tratamiento por mantenimiento de éste.....	24
Tabla 19 Medida para reducir el riesgo por contaminación del vertimiento por derrame de sustancias químicas.....	24
1. INTRODUCCIÓN	

Para la realización del proyecto de análisis de riesgos en diez curtiembres inscritas en el convenio 051, localizadas en los municipios de Villapinzón y Chocontá se inició con la fase de visita a cada una de ellas, en la cual se observaron las condiciones de la planta de producción y el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales. La mayoría de las empresas no estaban operando, lo cual limitó la observación a la infraestructura disponible y a la información verbal brindada por cada uno de los empresarios.

Actualmente solo las curtiembres Colombo Italiana y Curtidos de Colombia cuentan con el permiso para realizar vertimientos de aguas residuales industriales, las demás no están laborando, por lo cual solo se pudo evidenciar que en las dos curtiembres cuentan con procedimientos escritos para la ejecución del tratamiento del vertimiento con personal capacitado y el cumplimiento parcial de la legislación en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Por lo anterior, como la mayoría de las empresas no están en funcionamiento, el Agua Residual Industrial No tratada se evalúa en cuanto a su toxicidad según los análisis realizados en estudios sobre el tema, como lo es el Estudio del CONAMA (1999) el cual hace referencia a el riesgo reiterado con un efluente rico en cloruro de sodio el cual daña la vegetación debido a que el ion cloruro es fitotóxico. En las curtiembres del proyecto se evidenció que durante el proceso de alistamiento de las pieles saladas antes de ser procesadas se sacuden por métodos mecánicos para retirarles la sal, con el fin de: uno recuperarla para posteriormente salar otras pieles y dos para evitar que al entrar en la etapa de remojo se presente en el efluente y contribuya negativamente en la contaminación de la fuente hídrica.

El mismo estudio afirma que tan sólo el proceso que contiene el grueso de la oferta del cromo al cuero, no representa una toxicidad mayor dentro del efluente global, lo que confirma que las sales de cromo trivalente son de baja toxicidad. Así mismo indica que los residuos industriales líquidos de curtiembre que son descargados permanentemente sin tratamiento a cuerpos de agua provocan una drástica disminución del oxígeno disuelto en ella por efecto del sulfuro, además de los fenómenos de embancamiento por sólidos totales y el aumento de materia orgánica general trivalente. Según la experiencia se ha observado cierta capacidad del río para asimilar las cargas contaminantes y auto depurarse (PORRAS, 2004), pero el problema más grave no es el vertimiento

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

accidental de una empresa sino el vertimiento continuo de las empresas que no realizan tratamiento a sus efluentes, especialmente aquellas que aún no están controladas.

2. METODOLOGÍA

Para mitigar y prevenir los impactos del vertimiento generado como producto de la actividad industrial se procedió a identificar las amenazas o peligros que representan riesgo para los seres vivos, el medio ambiente y la propiedad en la cual se puede ver afectada la economía y la infraestructura; para determinar las medidas de intervención y los planes de emergencia a adoptar para cada tipo de riesgo se estimaron las probabilidades de ocurrencia y la vulnerabilidad frente a las amenazas, con el fin de evaluar y priorizar los riesgos para generar planes de acción que eliminen, minimicen o mitiguen las consecuencias en caso de que las amenazas se materialicen. Las metodologías utilizadas fueron la de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (ICONTEC 2010), GTC 104 (ICONTEC 2009) y la del método APELL (PNUMA, 2003).

Con base en el método APELL, se elaboró la lista de las fuentes de riesgo y de los eventos que pueden tener impacto en el funcionamiento del sistema de tratamiento, sus posibles causas, consecuencias asociadas y los escenarios identificados, para determinar el nivel de riesgo (NR) al cual está expuesto cada una de las variables: la vida y salud, el medio ambiente y/o la propiedad con base en el grado de peligrosidad (GP) el cual se calcula multiplicando la valoración de las consecuencias por la exposición y la probabilidad, teniendo en cuenta que la consecuencia (C) es el nivel de gravedad si el evento ocurre, la exposición (E) es la frecuencia de exposición al factor de riesgo y la probabilidad (P) es el resultado más probable de que ocurra el evento (o se materialice la amenaza o el peligro).

Como se mencionó anteriormente, se aplicó el método APELL para realizar la clasificación generada por las gravedad de las consecuencias en caso de que la amenaza se materialice y afecte a uno o más de los aspectos, así como la valoración de la escala de los factores de velocidad y probabilidad, los cuales se describen la valoración de vulnerabilidad en la tabla 1.

2.1 Valoración de vulnerabilidad

Tabla 1 Clasificación de las consecuencias

Gravedad para la vida y la salud (Vi)		
CLASE (Vi)	CARACTERÍSTICAS	
1	Poco Importantes	Padecimientos ligeros durante un día o menos
2	Limitadas	Lesiones menores, malestar que perdura por una semana o menos
3	Graves	Algunas heridas graves, serias complicaciones
4	Muy Graves	Muerte al menos de una persona y/o Varios heridos de gravedad (20) y/o Hasta 50 evacuados
5	Catastróficas	Varias muertes, cientos de heridos y/o más de 50 evacuados

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Gravedad para el ambiente (M)			
CLASE (M)		CARACTERISTICAS	
1	Poco Importantes	No hay contaminación	
2	Limitadas	Hay baja contaminación y sus efectos están contenidos	
3	Graves	Hay baja o media contaminación y sus efectos están muy difundidos	
4	Muy Graves	Hay alta contaminación y sus efectos están contenidos.	
5	Catastróficas	Hay alta contaminación y sus efectos están difundidos.	
Gravedad para la propiedad (P)			
CLASE (P)		COSTO DEL DAÑO (SMMLV*)	
1	Poco Importantes	< 4	
2	Limitadas	4 – 10	
3	Graves	10 – 20	
4	Muy Graves	20 – 40	
Escala según la velocidad de propagación (Ve)			
CLASE (Ve)		CARACTERISTICAS	
1	Advertencia precisa y anticipada	Efectos contenidos / ningún daño.	
2	Baja	Mínima propagación / poco daño.	
3	Media	Alguna propagación / pocos daños.	
4	Alta	Daños considerables / efectos contenidos	
5	Sin advertencia	Desconocidos hasta que los efectos se han desarrollado completamente. Efectos inmediatos.	
Escala para la probabilidad (Pb)			
CLASE (Pb)		Frecuencia de ocurrencia	
1	Improbable	Menos de una cada 1000 años	Ocurre sólo en circunstancias excepcionales
2	Poco probable	Una vez cada 100 a 1000 años	Podría ocurrir, pero no se espera
3	Probable	Una vez cada 10 a 100 años	Podría ocurrir
4	Bastante probable	Una vez cada 10 años	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias
5	Muy probable	Más de una vez por año	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias

SMMLV: Salario mínimo mensual legal vigente.

Para evaluar la prioridad se ponderaron las calificaciones que se asignaron a las consecuencias que la amenaza analizada tiene sobre la vida y salud de las personas (Vi), el ambiente (M), y la propiedad (P), teniendo en cuenta su velocidad de propagación. Y como las prioridades en la evaluación del riesgo son la salud y vida de las personas y la protección al medio ambiente, se asignaron porcentajes a las calificaciones de la valoración de las consecuencias, así:

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Vida (Vi) = 30 %

Ambiente (M) = 30 %

Propiedad (P) = 20 %

Velocidad de propagación (Ve) = 20 %

Y de acuerdo al método APELL las calificaciones de la valoración de las consecuencias se multiplica por el valor del porcentaje asignado a cada aspecto y, luego se suman los resultados obtenidos y éste total se divide entre la constante 80 que es la constante utilizada para ponderar el resultado de las cuatro variables consideradas, para obtener de manera objetiva el impacto y el grado de prioridad a los cuales se les debe trabajar para lograrlo llevarlos a un riesgo cuyas características sean mínimas o poco importantes y que tengan un impacto menor. En las tablas 2 y 3 se describen las características para la medición cualitativa del impacto (I) y la prioridad (Pi):

Tabla 2 Clasificación del impacto (I)

CLASE		Medición cualitativa del impacto
Insignificante	1	Sin lesiones, impacto ambiental insignificante, baja pérdida financiera.
Secundario	2	Lesiones leves que solo requieren atención de primeros auxilios, liberación en el lugar y contenida inmediatamente por el personal operativo, pérdida financiera media.
Moderado	3	Se requiere tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia de brigada, pérdida financiera alta.
Importante	4	Lesiones graves, pérdida de capacidad productiva, liberación que se extiende fuera del lugar donde se generó y contenida con asistencia externa pero con poco impacto nocivo, pérdida financiera importante.
Catastrófico	5	Fatalidad, liberación de tóxicos que se extienden fuera del lugar generando efectos nocivos para seres vivos, enormes costos financieros.

Tabla 3 Grado de Prioridad (Pi)

CLASIFICACIÓN		CARACTERÍSTICAS
1 = A	Poco importante	Los objetivos riesgosos y las operaciones en los que un accidente podría tener consecuencias menos importantes.
2 = B	Limitada	Los objetivos riesgosos y las operaciones cuyas posibles consecuencias para la vida, las propiedades o el medio ambiente son limitadas.
3 = C	Grave	Los objetos riesgosos y las operaciones cuyas consecuencias pudieran ser graves. Los servicios de rescate (bomberos) / la industria tienen los recursos necesarios para llevar a cabo los esfuerzos de rescate.
4 = D	Muy grave	Los objetos riesgosos y las operaciones cuyas consecuencias pudieran ser muy graves. Los esfuerzos de rescate serían difíciles pero las consecuencias podrían atenderse utilizando los servicios locales de rescate/cuerpo de bomberos y el personal/ recursos de la industria en cuestión.
5 = E	Catastrófica	Los objetos riesgosos y las operaciones en los que las consecuencias de un accidente pudieran ser catastróficas para la vida, el medio ambiente o las propiedades. Los esfuerzos de rescate serían demasiado difíciles o extensos como para que las autoridades locales involucradas pudieran llevarlos a cabo por si solas. Se necesitarían refuerzos por parte de las autoridades e industrias vecinas.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

La vulnerabilidad física del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales se evaluó frente a los siguientes criterios (ver tabla 4):

Tabla 4 Valoración de la vulnerabilidad.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
Personal responsable para la atención de emergencias. Tiene instructivos de emergencias y están divulgados al personal. Cuenta con mecanismos de alerta (sirena)	Todo el personal tiene el entrenamiento. Se tienen implementado los instructivos y divulgados. Se tiene un sistema de alarma.	Solo el 50% del personal tiene entrenamiento. Se tienen los instructivos pero no están divulgados. Se tiene un sistema de alarma pero no cubre toda la zona de influencia.	Solo el 25% tiene entrenamiento. No se tienen implementados instructivos. El mecanismo de alarma no es el adecuado	Solo una persona es responsable y tiene el entrenamiento. No se tiene mecanismo de alarma.
Material de construcción utilizado en el sistema	Estructura sismo resistente	Estructura con adecuada técnica constructiva.	Estructura sin técnica de construcción	Estructura de menor resistencia.
Se tienen las hojas de seguridad de los insumos utilizados para la operación y el mantenimiento del sistema	Se tiene todas las hojas de seguridad	Se tiene las hojas de seguridad pero no son divulgadas al personal	El personal no tiene claridad de los elementos de protección personal y las precauciones indicadas en las hojas de seguridad.	No tiene las hojas de seguridad
Se cuenta con procedimientos de operación del sistema y están divulgados	Existen los procedimientos escritos de operación del sistema y los registros de capacitación al personal	Existen los procedimientos pero no se encuentran los registros evidenciando la capacitación	Se conocen los procedimientos pero no se encuentra escritos ni se tiene registro de capacitación	No se tiene los procedimientos
Se cuentan con los elementos de protección personal necesarios para la operación del sistema	Se tienen los elementos de protección personal necesarios y adecuados para la operación del sistema.	Faltan algunos elementos de protección personal indicados en las hojas de seguridad	Los elementos de protección personal no cuentan con los requisitos establecidos en las normas ANSI y NTC.	No cuenta con elementos de protección personal

Nivel de vulnerabilidad: VB = Baja, VM = Media, VA = Alta, VMA = Muy Alta

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

2.2 Valoración de las amenazas

Para la valoración de las amenazas se cuenta con el análisis de cada escenario en el cual se evalúa la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias, de acuerdo a lo descrito en las tablas 5 y 6 respectivamente:

Tabla 5 Valoración de la probabilidad de ocurrencia

PROBABILIDAD (Pb)		CARACTERÍSTICA	
4	Muy probable	Más de una vez al año	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.
3	Bastante probable	Una vez cada 1 a 10 años	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad del 50%.
2	Probable	Una vez cada 10 a 100 años	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de materialización del 20%.
1	Poco probable	Una vez cada 100 a 1000 años	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo pero es concebible. Probabilidad de materialización del 5%.

Tabla 6 Valoración de la magnitud de las consecuencias

GRAVEDAD		CARACTERÍSTICAS
A	Poco importante	Consecuencias menores. No hay pérdida sensible en la capacidad de la instalación, ni interrupción de la operación, ni heridas a personas, ni daños notables a los bienes o a las instalaciones.
B	Limitadas	Consecuencias significativas. Hay pérdida significativa de la capacidad de la instalación, pudiendo representar la detención de la operación normal. Hay heridas leves en las personas ni daños notables al sistema o a los bienes. Este nivel implica riesgos muy limitados en alcance e importancia.
C	Graves	Consecuencias críticas. Puede haber heridas a las personas y/o daños notables al sistema o a los bienes. Este nivel comporta daños limitados a la unidad que incluye el sistema accidentado.
D	Muy graves	Consecuencias catastróficas con efectos limitados a la instalación industrial. Hay destrucción del sistema o de los sistemas vecinos, y/o varios heridos, y/o varios muertos.
E	Catastróficas	Consecuencias críticas o catastróficas en las que los efectos sobrepasan los límites de la instalación industrial. Además de los descritos anteriormente, hay daños a las personas, a los bienes o a los sistemas exteriores a la instalación industrial.

La intensidad de la amenaza se evalúa de acuerdo a la duración de la misma cuando se está materializando en una o más de las tres variables que se están valorando, en la tabla 7 se describen la intensidad de la amenaza:

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Tabla 7 Valoración de la intensidad de la amenaza

MUY BAJO	MUY PEQUEÑA: Muy corta duración
BAJO	PEQUEÑA: Corta duración
MODERADO	MEDIANA: Mediana duración
ALTO	GRANDE: Grande duración
MUY ALTO	MUY GRANDE: Muy grande duración

3. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

El análisis de riesgo está orientado a la valoración objetiva de riesgos, a través de evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad. Este análisis se presenta en forma de los siguientes escenarios:

- Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de amenazas
- Identificación y análisis de vulnerabilidad
- Consolidación de los escenarios de riesgo

3.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

En cualquiera de las actividades ejecutadas por los trabajadores siempre existirán amenazas o peligros, los cuales pueden poner en riesgo la integridad física, del medio ambiente y/o de la propiedad. Los riesgos pueden ser originados por fallas humanas, de los equipos o de la naturaleza. La posibilidad de que las amenazas o peligros se materialicen está latente por lo que es obligación del propietario de la curtiembre brindar toda la protección necesaria al trabajador, al medio ambiente y a la propiedad con el fin de prevenir, controlar y/o mitigar sus efectos cuando esto ocurra. En caso de que la probabilidad de que el peligro se materialice y dependiendo de la velocidad de propagación, la gravedad de las consecuencias se pueden evidenciar afectando la vida y salud de las personas, el ambiente y/o la propiedad.

3.1.1 Amenazas naturales del área de influencia

En esta sección se presenta el análisis de riesgos al sistema de vertimientos por los fenómenos naturales identificados en el área de influencia del proyecto.

Los riesgos socio naturales son más impredecibles que los riesgos tecnológicos y pueden ser más devastadores. Aunque las probabilidades de que ocurran algunos de estos siniestros son muy bajos debido a la situación geográfica en donde se encuentran ubicados los municipios de Villapinzón y Chocontá, sin embargo se han de adoptar las medidas de seguridad como si pudieran ocurrir.

Con base a estos preceptos en la tabla 8 se presenta una descripción de los riesgos externos naturales.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Tabla 8 Descripción de riesgos naturales

RIESGO	OBSERVACIÓN
Inundaciones	Topográficamente y por la posición geográfica (2.690 metros sobre el nivel del mar) donde se encuentra ubicada la empresa, al igual que la mayoría de las curtiembres de la región, las posibilidades de que ocurra una inundación es muy poco factible, y esto debido a que en la zona existen un gran número de microcuencas que permiten de una manera fácil y rápida el desalojo de estas aguas y por lo tanto no habrá represamientos.
Deslizamientos	Las posibilidades de que ocurra este tipo de desastres de la naturaleza son muy poco factibles. Debido a que esta región topográficamente (por altimetría) posee muy poco desnivel en especial donde se encuentra la empresa.
Sismos	La región está catalogada como zona intermedia para las probabilidades de un sismo. La ocurrencia de un movimiento telúrico, cualquiera sea su intensidad, lo que ocasiona una parálisis laboral, que pueden ser renovadas a corto o a largo plazo según sean los daños causados por el sismo. Ante este fenómeno, si es de magnitud considerable, todas las actividades, procesos, instalaciones, equipos, insumos, productos y emisiones podrían verse afectadas en su funcionamiento normal temporalmente o pueden poner en peligro la existencia del proyecto, ya que se podrían presentar daños en las estructuras de la edificación, instalaciones eléctricas, acueductos, alcantarillados, tanques de tratamiento; derrame de químicos que pueden reaccionar con otros violentamente provocando explosiones e incendios.
Incendios forestales	En la región predomina el clima frío, doce grados de temperatura en promedio, existen fenómenos de la naturaleza que pueden cambiar abruptamente esta temperatura como por ejemplo, el llamado “Fenómeno del Niño”, que ha causado épocas de verano por periodos de tiempo muy largos, que habitualmente no lo son, esto produce grandes sequías y por lo tanto puede provocar incendios ya que la vegetación está seca. Favorablemente y por características de la región, la vegetación que predomina aquí, son pastos y algunas plantas pero de poca altura, y si llegase a provocarse un incendio no sería de grandes magnitudes.

La valoración de las amenazas en términos de probabilidad, magnitud e intensidad de los fenómenos se presenta en la Tabla , según se describe en el numeral 2 Metodología.

Tabla 9. Valoración de las amenazas

RIESGO	Inundación	Deslizamiento	Sismo	Incendio forestal
PROBABILIDAD	1	1	2	1
MAGNITUD	A	A	B	A
INTENSIDAD	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Valoración de la vulnerabilidad física de la infraestructura del sistema de tratamiento la cual es evaluada en función del grado de exposición y resistencia frente a cada una de las amenazas se describen en la tabla 10.

Tabla 10 Grado de vulnerabilidad física

Amenaza 	Inundación	Deslizamiento	Sismo	Incendio Forestal
 Vulnerabilidad				
Material de la construcción utilizado en la infraestructura (vivienda, oficina y bodega)	VB	VB	VB	VB
Material de la construcción utilizada en la PTAR	VB	VM	VB	VB
Ubicación de la PTAR	VM	VM	VB	VB
Características geológicas de calidad y tipo de suelo	VB	VB	VB	VB
Leyes existentes a nivel ambiental	VB	VB	VB	VB

3.1.2 Amenazas operativas o amenazas asociadas a la operación del sistema de gestión de vertimiento

Las amenazas operativas son aquellas producidas por accidentes, fallas humanas o daños en los componentes del sistema de tratamiento y conducción, que se pueden presentar en cualquier parte del proceso causando peligros de diferente grado de gravedad al ser humano, al medio ambiente o a las instalaciones del lugar.

Con base en la metodología de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 se elaboró la lista de los factores de riesgo, identificación de las fuentes, descripción de las consecuencias para generar medidas de control que puedan eliminar o disminuirlas y así evitar pérdidas de tiempo por paradas en los procesos productivos y/o en el manejo del sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales en la planta de tratamiento, como a continuación se describe en la Tabla 11.

Tabla 11 Medidas de control y prevenciones básicas en la operación

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Factor de riesgo	Fuente	Consecuencias	Medida de control
Biológico	Limpieza de lechos de secado, tanques, canales, rejillas, tamices, filtros, sedimentadores, trampas de grasa, etc. Acumulación de residuos expuestos a descomposición. Animales domésticos dentro del área de producción.	Dermatitis, infección respiratoria, cutánea, lesión ocular.	Protector respiratorio de doble función – retención de vapores y material particulado de libre mantenimiento. Ropa adecuada para realizar las actividades cotidianas de la empresa. Protección cutánea: manos – guantes manga larga de caucho calibre 35 (tipo industrial). Ropa de trabajo de dos piezas en drill, manga larga. Protección ocular: gafas de seguridad. Controlar el acceso de los animales domésticos al área de trabajo.
Eléctrico	Manipulación de instalaciones, equipos y maquinaria eléctrica sin la debida protección (polo a tierra, cubiertas oxidadas). Instalaciones defectuosas, breakers, interruptores y tomacorrientes en mal estado. No hay estabilizadores para los equipos de oficina, cableados desprotegidos.	Quemaduras, electrocución, muerte.	Instalación de polos a tierra para los tomacorrientes, mantenimiento periódico de maquinaria eléctrica, electrónica y equipos eléctricos.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Factor de riesgo	Fuente	Consecuencias	Medida de control
Químico	Inhalación de emanaciones como vapores, humos, rocíos, polvos y gases, contacto con los ojos o piel de químicos (pueden ser líquidos, vapores, humos, rocíos, polvos y gases.) por su manipulación inadecuada y vestimenta inapropiada y exposición directa sobre los tanques de tratamiento y los insumos para tal fin.	Ser humano: Alergias, envenenamientos, irritaciones de la piel o de los ojos, quemaduras, asfixia, afecciones sistémicas, muerte. Contaminación hídrica, atmosférica, del suelo, explosiones, incendios.	Etiquetar y capacitar constantemente sobre el manejo seguro de sustancias y la PTAR. Almacenar adecuadamente los insumos químicos. En caso de emergencia seguir las instrucciones recomendadas en las fichas de seguridad de cada insumo.
Ergonómico	Puestos de trabajo inadecuado. No aplicación de técnicas para el levantamiento manual de cargas.	Lesiones osteomusculares, hernias, desgarres y tirones musculares.	Adecuar los sitios trabajo, de acuerdo a la fisonomía humana Instruir al trabajador para que adopte las técnicas básicas para realizar el levantamiento manual.
Físico	Ruido generado por la falta de mantenimiento en maquinaria y accesorios de los equipos. Iluminación deficiente, Ventilación inadecuada en áreas de almacenamiento de sustancias químicas, almacenamiento de residuos. Factor climático.	Hipoacusia, Golpes, contusiones, Intoxicación temperaturas extremas, humedad, quemaduras, irritaciones	Programa de mantenimiento preventivo y limpieza de unidades de la PTAR. Clasificación y adecuación del área de residuos, del área de almacenamiento de químicos
Mecánico	Manipulación de herramientas manuales,	Golpes, heridas, fracturas,	Inspeccionar las herramientas manuales y mecánicas. Realizar

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Factor de riesgo	Fuente	Consecuencias	Medida de control
	mecánicas en mal estado.	amputaciones	mantenimiento preventivo.
Locativo	Pisos en mal estado: resbaladizos por contaminación de grasas y aceites, desniveles, superficies irregulares). Plataformas/rampas en madera húmeda. Canales/diques sin cubrimiento. lugares donde hay bardas, tanques, sedimentadores, etc	Golpes, contusiones, traumas osteomusculares y craneoencefálicos, muerte	Cambiar las plataformas y rampas de madera por metálicas y si se requiere que tenga rejillas éstas no deben superar los dos centímetros de separación. Limpiar con prontitud derrames de agua u otros insumos líquidos.

En la Tabla 12 se evalúan los factores de riesgo y eventos que pueden tener impacto en cada fase del proceso de vertimiento, donde se califica el nivel de riesgo, grado de peligrosidad, consecuencia, exposición y probabilidad, los resultados indican que el nivel de riesgo operativo - tecnológico es bajo.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Tabla 12. Factores de riesgo y eventos que pueden tener impacto en cada fase del proceso de vertimiento

EVENTO	FACTOR DE RIESGO TECNOLÓGICO		ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	PRETRATAMIENTO			TRATAMIENTO					VERTIMIENTO DE AGUA TRATADA	SECADO, COMPOSTAJE y ALMACENAMIENTO DE LODOS	PUNTUACIÓN ÁREAS AFECTADAS	E	C	P	GP	NR
				FILTRACIÓN EN PISCINA BAJO EL BOMBO	AJUSTE DE pH EN TANQUE DE RECIRCULADO	FILTRACIÓN Y TRAMPA DE GRASAS	OXIDACIÓN QUÍMICA DE SULFUROS	COAGULACIÓN, FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN	TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN	CLORACIÓN	FILTRO LENTO								
Derrame de sustancias químicas	Químico	Líquidos	1		1		1							3	6	1	4	24	B
		Sólidos - particulados: polvos								1			1	2	4	1	1	4	B
		Gases - vapores					1						1	2	4	1	1	4	B
		Transporte	1											1	1	1	1	1	B
		Almacenamiento	1				1						1	3	4	1	1	4	B
		Manejo de productos químicos	1		1		1			1				4	6	4	4	96	B
Vertimiento de ARI sin tratar	Biológico	Coliformes		1	1	1	1			1			1	6	6	4	1	24	B
	Locativo	Almacenamiento		1	1		1	1					1	5	4	4	4	64	B
Anegación - Inundación de instalaciones	Locativo	Redes de conducción de aguas			1	1	1		1		1	1		6	1	4	1	4	B
No se puede realizar el tratamiento de ARI, por mantenimiento	Mecánico	Equipos y herramienta			1	1	1	1		1	1			6	6	4	4	96	B

E= Exposición, C= Consecuencia y P= Probabilidad, GP= Grado de peligrosidad, NR= Nivel de riesgo.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

La calificación de los riesgos específicos y del riesgo total incluyendo la confluencia de las diferentes amenazas presentes en el área de influencia del proyecto, se presentan en términos de pérdidas físicas de la infraestructura o impactos técnicos en la operación del sistema de tratamiento que lleven a impedir o limitar el sistema de tratamiento, ver tabla 13.

Tabla 13. Matriz de identificación de riesgos internos del sistema de tratamiento

OBJETO	OPERACIÓN DE MAYOR AFECTACIÓN	PELIGRO	TIPO DE RIESGO	OBJETO AMENAZADO	CONSECUENCIA	GRAVEDAD				Pb	Pi	TOTAL
						Vi	M	Pr	Ve			
INUNDACIONES	Almacenamiento, tratamiento de ARI. Descarga de Agua tratada en la fuente receptora	ARI	Rebose de tanques o fuga de ARI Deterioro a la estructura de descole	Vida Trabajador	Afecciones de salud por inhalación de olores ofensivos. Irritaciones en la piel por contacto con aguas contaminadas.	2	1	1	1	1	A	1A
				Propiedad	Daños estructurales o averías en los tanques de almacenamiento o tratamiento de la PTAR, tuberías o bombas.	1	1	2	1	1	A	1A
					Daños estructurales o averías en la estructura de descole	1	1	1	1	2	A	2A
				Medio Ambiente Suelo	Contaminación en el suelo con ARI.	1	2	1	1	1	A	1A
DESLIZAMIENTOS	Conducción y descarga de Agua tratada en la fuente receptora	ARI Tratada	Deterioro a la estructura conducción y descole	Vida Trabajador	Afecciones de salud por inhalación o irritación en la piel por contacto con aguas tratadas	1	1	1	1	1	A	1A
				Propiedad	Daños estructurales o averías en la estructura de conducción o descole	1	1	1	1	2	A	2A
				Medio Ambiente Suelo - Agua	Presencia de partes de la estructura de conducción o descole en el suelo o en la fuente receptora	1	1	1	1	1	A	1A
SISMOS	Almacenamiento y tratamiento de ARI	ARI	Derrumbe de tanques de almacenamiento ARI o fuga de ARI	Vida Trabajador	Afecciones de salud por inhalación de olores ofensivos. Irritaciones en la piel por contacto con aguas contaminadas.	2	1	1	1	1	A	1A
				Propiedad	Daños estructurales o averías en los tanques de almacenamiento o tratamiento de la PTAR, tuberías o bombas.	1	1	3	1	1	A	1A
				Medio Ambiente Suelo	Contaminación en el suelo con ARI.	1	3	1	1	1	A	1A

Consecuencias: Vi = Vida, M = Medio ambiente, Pr = Propiedad, Ve = Velocidad de desarrollo. Pb = Probabilidad, Pi= Prioridad.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

3.1.2.1 Calificación del impacto de cada riesgo por Amenazas operativas

El análisis de riesgos por fallas operacionales del sistema de vertimientos incluye los siguientes análisis:

- Identificación de los factores de riesgos y los eventos que pueden tener impacto en cada una de las fases del proceso de vertimiento
- Valoración de la probabilidad de ocurrencia de los eventos que pueden suceder, de los cuales se cuenta con experiencias de otras industrias del sector.
- Calificación del impacto de cada riesgo del proceso.

La calificación del riesgo se efectuó en dos momentos, primero en función de la intensidad y/o magnitud de los daños esperados (consecuencias) y los impactos relacionados con la gravedad (Gr), de manera que permite priorizar (Pi) y tomar decisiones para la reducción del riesgo. Segundo, se analizó la combinación de la gravedad de las consecuencias con la probabilidad de ocurrencia (Pb) y el impacto (I), adicionalmente se calculó la diferencia de la Gravedad (Gr) y la Probabilidad (Pbd) entre ambos momentos.

En la Tabla se presenta la valoración de la probabilidad de ocurrencia y calificación del impacto de cada riesgo, con y sin controles.

Tabla 14. Calificación del impacto de riesgos internos con y sin controles

Objeto	Operación	Peligro	Tipo de riesgo	Objeto amenaza do	Consecuencia Impacto	Sin control								Control	Con control								Disminu ción	
						Vi	M	P	Ve	Pb	Pi	I	Vi		M	Pr	Ve	Pb	Pi	I	Gr	Pb		
Sistema de tratamiento de agua residual industrial	Tratamiento de agua residual industrial	Aguas contaminadas con cal, sulfuro, cromo trivalente, compuestos nitrogenados, Coliformes	Descarga de agua residual industrial sin tratamiento adecuado	Suelo Fuentes hídricas	Afectación del medio ambiente con agua residual industrial sin tratar. Disminución de la cantidad de especies vegetales y animales presentes en el medio.	2	3	1	4	2	B	2	Determinación periódica de la calidad del agua tratada antes de verterla. Cerrar válvulas de descarga de vertimientos	1	1	1	2	1	A	2	5	1		
				Actividade s agrícolas y pecuarias	Contaminación o pérdida de pastos. Enfermedad de animales por ingestión continuada de agua contaminada o pastos contaminados.	2	2	1	4	2	B	1	Comunicación de riesgos e impactos a la comunidad que tiene actividades agropecuarias	1	1	1	2	1	A	1	4	1		
				Salud de la población	Malestar por aspiración de olores ofensivos. Consumo de alimentos que han entrado en contacto con este tipo de aguas.	2	2	2	4	2	B	1	Comunicación de riesgos e impactos a la comunidad.	1	1	1	2	1	A	1	5	1		
	Almacenamie nto de aguas residuales en tanques	Aguas contaminadas con cromo trivalente, compuestos nitrogenados, Coliformes	Desbordamient o derrumbe de los tanques de almacenamient o del agua residual industrial.	Vida trabajador es	Afecciones en la salud, irritaciones en vías respiratorias por inhalación de olores ofensivos del agua residual industriales sin tratar.	2	1	1	2	1	A	1	Inspecciones periódicas de la integridad del sistema de tratamiento	1	1	1	1	1	A	1	2	0		
				Tanques de tratamient o, equipos e instalacion es	Daños menores por almacenamiento de agua contaminada con cal, sulfuro, compuestos nitrogenados, cromo trivalente	1	2	3	2	3	B	1	Mantenimiento preventivo del sistema de tratamiento	1	1	2	1	1	A	1	3	2		
				Propiedad es vecinas:	Daños menores por anegación de	1	1	2	3	1	B	2	Inspecciones periódicas de la	1	1	1	2	1	A	1	2	0		

				Curtiembres, viviendas, talleres de mecánica	instalaciones, camino.														integridad del sistema. Comunicación de riesgos e impactos a la comunidad									
	Mantenimiento	Aguas contaminadas Descarga eléctrica	Acumulación de ARI. Uso inadecuado de herramienta	Vida del trabajador	Afecciones en la salud, irritaciones en vías respiratorias por inhalación de olores ofensivos del agua residual industrial sin tratar. Descarga eléctrica, desmayo	3	1	1	2	3	A	1	Dotar al personal con elementos de protección personal. Aplicar manuales de mantenimiento de equipos.	2	1	1	2	2	A	1	1	1						
Empaques y envases de sustancias químicas y elementos de pesaje	Manipulación de sustancias químicas en el tratamiento del agua residual industrial.	Sulfato de magnesio agente coagulante poli-eléctrico NaOH	Derrame de las sustancias químicas.	Vida trabajador es	Afecciones de salud por inhalación de sustancias químicas. Irritaciones en la piel por contacto con sustancias químicas.	2	1	1	2	3	B	2	Dotar al personal con elementos de protección personal. Establecer procedimientos de manejo y pesaje de sustancias químicas.	1	1	1	1	2	A	1	2	1						
Vehículo de transporte de sustancias químicas	Cargue y descargue de sustancias químicas necesarias para el tratamiento químico del ARI.	Sulfato de magnesio agente coagulante poli-eléctrico NaOH	Derrame de sustancias químicas	Vida del trabajador	Afecciones de salud por inhalación de sustancias químicas. Irritaciones en la piel por contacto con sustancias químicas.	2	1	1	2	2	B	2	Dotar al personal con elementos de protección personal	1	1	1	1	2	A	1	2	0						
				Suelo	Contaminación del suelo con sustancias químicas. Pérdida de capa vegetal	1	3	1	3	2	B	2	Tener elementos de recolección de derrames de sustancias químicas.	1	2	1	1	2	A	2	3	0						

Consecuencias: Vi = Vida, M = Medio ambiente, Pr = Propiedad, Ve = Velocidad de desarrollo, Gr=Gravedad. Pb = Probabilidad. Pi= Prioridad. I=Impacto

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

En dicha tabla se observa que el riesgo disminuye al aplicarse los controles planteados, sin embargo el riesgo de mayor prioridad es el derrame o la descarga de aguas contaminadas, es decir sin tratamiento.

Mientras se mantengan los controles hay muy baja probabilidad de que ocurra un derrame y sus consecuencias serían poco importantes debido al máximo volumen de agua que se derramaría el cual se calcula en menos de 50 metros cúbicos, según la capacidad promedio del tanque más grande de la PTAR de las empresas visitadas, que es un valor muy bajo si se compara con el caudal de la fuente hídrica especialmente del río Bogotá¹. Las consecuencias más significativas se generarían sobre el medio ambiente, ya sea en el suelo o el agua, en segundo lugar en la salud de los trabajadores por la inhalación de olores ofensivos y por último en la propiedad por anegación de los corredores de la misma empresa, las curtiembres vecinas o viviendas ubicadas a 5 m de la empresa analizada. Si alguno de los tanques colapsara lo más probable es que las aguas fluyeran hacia el interior de la empresa, porque la mayoría de las unidades las unidades de tratamiento de las empresas estudiadas se encuentran en una bodega independiente al proceso.

La mayoría de los riesgos tienen impactos (I) insignificantes ya que se caracterizan por no presentar lesiones graves en personas, el impacto ambiental es insignificante y en la mayoría de los casos se puede efectuar alguna medida para su mitigación, y la pérdida financiera es baja.

3.1.3 Amenazas por condiciones socioculturales y de orden publico

Referente a las amenazas externas, no se considera la presencia de amenazas de carácter social dado que la empresa se ubica en un área industrial, alejada de lugares de afluencia masiva de personas, de acuerdo a lo informado por el empresario y lo revisado en documentación pública en la CAR.

Además en el municipio no se han presentado tal tipo de eventos que puedan afectar el normal funcionamiento del sistema de tratamiento proyectado.

3.2 Consolidación de los Escenarios de Riesgo

Los escenarios de riesgo procedieron del análisis de la información recolectada durante las visitas realizadas a las curtiembres, definiendo las dimensiones del riesgo que afecte o pueda afectar al sistema de Gestión del Vertimiento.

¹ El río Bogotá en su cuenca alta tiene un caudal promedio cercano a 1 m³/s en la plaza de mercado de Villapinzón, 0,6 m³/s en la vereda Chingacío, y la quebrada San Pedro 0,1 m³/s (PORRAS, 2004)

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta las amenazas y la vulnerabilidad del sistema de gestión de vertimiento, se presenta en la tabla 15 la descripción de cada uno de los escenarios de riesgo identificados.

Tabla 15 Descripción de Escenarios identificados en el manejo del ARI en la Curtiembre

ESCENARIO	EVENTO	FUENTES DE RIESGO (objetos riesgosos)	PELIGRO	CAUSAS	CONSECUENCIA
I. Contaminación hídrica o del suelo	Fugas de agua contaminada sin tratar	Almacenamiento y conducción de agua residual industrial	Agua Residual Industrial	Tanques, tuberías o equipos de bombeo averiados.	Daños en la salud por contacto del agua contaminada con sustancias químicas, generando irritación en la piel o en vías respiratorias.
	Vertimiento de contaminantes al suelo o al río Bogotá	Almacenamiento y conducción de aguas residuales industriales que contienen sustancias contaminantes	Agua Residual Industrial	Tanques y tuberías averiados.	Contaminación de suelo y de fuentes hídricas por agua con concentraciones de sustancias químicas contaminantes. Daños en la salud por consumo directo de agua contaminada o indirecto en la cadena trófica a través del riego de cultivos o suministro a animales de consumo humano.
II. Afectaciones a la PTAR	Inundaciones	Planta de producción y Sistema de tratamiento de ARI	Agua Residual Industrial	Lluvia excesiva Ruptura del sistema de redes hídricas para humectación de pieles en los bombos	Ruptura o rebose de tanques. Daños a los equipos e instalaciones de la planta de curtido.
	Sismos de gran magnitud Incendios forestales	Planta de producción y PTAR	Tanques de agua de almacenamiento o equipos que contienen aguas de proceso.	Derrumbe o rebose de los tanques	Daños en la salud por contacto del agua contaminada con sustancias químicas, generando irritación en la piel o en vías respiratorias. Pérdida de pieles por putrefacción. Incumplimiento a los clientes.
III. Contaminación con sustancias químicas derramadas	Derrame de sustancias químicas	Transporte de sustancias químicas	Sustancias químicas	Accidente de tránsito o ruptura de empaques o envases	Daños en la salud por contacto de las sustancias químicas con las personas, generado irritaciones en la piel, vías respiratorias o digestivas por ingestión
		Uso y manipulación de sustancias químicas	Sustancias químicas	Accidente ruptura de empaques o envases en la manipulación, en el cargue y descargue. Error humano Desconocimiento de manejo	

La calificación del riesgo se efectuó en función de la intensidad (Id) y/o magnitud (Md) de los daños esperados (consecuencias) y los impactos en el logro de los objetivos del tratamiento,

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

relacionado con la gravedad (Gr) representada en la vida y salud (Vi), el medio ambiente (M), las propiedades (Pr) y adicionalmente se tomó en cuenta la velocidad de desarrollo (Ve).

En la Tabla 16 se presenta el Análisis del riesgo si el vertimiento se realizará sin el tratamiento adecuado, por causa de una falla humana u operacional, en el cual se identifica como amenaza el agua residual industrial con contenido de cal, sulfuro, grasas y aceites, cromo trivalente, compuestos nitrogenados y coliformes.

Tabla 16 Análisis del riesgo de vertimiento sin tratamiento adecuado

OBJETO AMENAZADO	DAÑOS ESPERADOS (CONSECUENCIAS)	Id	Md	GRAVEDAD				Pb	Pi	TOTAL	ANÁLISIS
				Vi	M	Pr	Ve				
Agua	Contaminación hídrica. Disminución de la calidad del agua. Disminución de la cantidad de especies vegetales y animales presentes en el cuerpo hídrico que recibe el vertimiento	MB	2	2	5	1	3	5	C	5C	Alta probabilidad de que ocurra, sus consecuencias graves. Según el POMCA del río Bogotá en la cuenca alta después de los vertimientos de las curtiembres la calidad del agua es mala y la vida acuática es nula. Al respecto se aclara que dicha contaminación obedece a la sumatoria de las más de 150 empresas que funcionan en la región, de las cuales cerca de la mitad no aplican producción limpia ni controles a sus vertimientos, por tanto es casi imposible evaluar el impacto específico de la Curtiembre.
Suelo	Disminución de la capa vegetal, debido al pH básico o ácido	B	1	1	2	1	4	3	B	3B	Es posible que ocurra, sus consecuencias poco importantes. El lugar donde se ubica la PTAR es cerrado y alejado de actividades de cultivos, y pertenece a la zona industrial. El suelo que se vería afectado está en el predio de la empresa o en el trayecto de la conducción del vertido en cuyos alrededores se observan pastos y vegetación de la ronda del cuerpo hídrico. En el predio no hay vegetación que se vea afectada por el vertimiento.
Aire: Olores ofensivos	El ARI no tratada vertida en el suelo o en el recurso hídrico puede tener olor desagradable debido a la presencia de materia orgánica de los residuos de piel (grasa y carnazas) que está en proceso de descomposición. En algunas etapas del compostaje se desprenden vapores con olor amoniacal	MB	1	1	2	1	1	5	A	5A	Alta probabilidad de que ocurra, sus consecuencias son poco importantes. Los olores de este tipo de aguas y sólidos son desagradables, pero debido a la presencia de corrientes de aire no duran mucho tiempo en el ambiente.
Vida Personas	Afecciones en la salud	M	1	2	1	1	1	1	B	1B	Muy baja probabilidad de que ocurra y con

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

OBJETO AMENAZADO	DAÑOS ESPERADOS (CONSECUENCIAS)	Id	Md	GRAVEDAD				Pb	Pi	TOTAL	ANÁLISIS
				Vi	M	Pr	Ve				
	con agua residual industrial contaminada a cuerpos de agua fuera de los parámetros permisibles por la autoridad ambiental.										consecuencias limitadas, el riesgo significativo se puede generar en la salud de los personas por la inhalación de olores ofensivos del agua contaminada, o por ingestión de alimentos regados con la misma. Con un vertimiento de este tamaño (0,28 L/s), se esperaría que la capacidad de autodepuración del río funcionara. Debido al vertimiento continuo de aguas industriales y domiciliarias urbanas sin tratar, es poco probable el consumo de alimentos provenientes de las fuentes hídricas sometidas a la presión industrial, en estas zonas del municipio no hay cultura de pesca. De otra parte aguas abajo en otros municipios se usan las aguas para riego de cultivos y por tanto se corre el riesgo del consumo de productos agrícolas, pero según los estudios se sabe que después de Villapinzón y Chocontá hay fuertes vertimientos de grandes industrias mineras, cerveceras, químicas, etc.

Consecuencias: Vi = Vida, M = Medio ambiente, Pr = Propiedad, Ve = Velocidad de desarrollo.
Pb = Probabilidad Pi= Prioridad.

Para cada uno de los escenarios del análisis de riesgos se describen las acciones que se van a implementar

Escenario 1. Vertimiento de Agua Residual Industrial no tratada por fallas humanas u operacionales.

Tabla 17 Medida para reducir el riesgo de vertimiento de agua residual industrial no tratada a la fuente hídrica (quebrada o río)

PLAN DE ACCIÓN
<i>a. Preliminares</i>
1. Elaboración de protocolos de emergencia y contingencia.
2. Capacitar al personal de la empresa en manipulación y manejo de sustancias químicas
3. Asignar un lugar demarcado y cubierto para el almacenamiento de sustancias químicas.
4. Programar mantenimientos preventivos.
<i>b. Durante</i>
1. Verificar el estado de las instalaciones, equipos, niveles, estructuras de conducción.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

2. Realizar el proceso de tratamiento y vertimiento según las especificaciones del manual de manejo del sistema.
<i>c. Posteriores</i>
1. Solo realizar el vertimiento de agua cuando se haya terminado todo el proceso de tratamiento del agua residual industrial
2. Verificar los parámetros en límites permisibles por la autoridad ambiental anualmente para asegurarse de la eficiencia de la planta.
3. Realizar manejo adecuado de los residuos relacionados con el sistema de vertimiento (lodos, envases y empaques de insumos químicos)

Escenario 2: Vertimiento de ARI no tratada por suspensión del sistema de tratamiento por mantenimiento de éste.

Tabla 18 Medida para reducir el riesgo de vertimiento de agua residual industrial no tratada por suspensión del sistema de tratamiento por mantenimiento de éste

PLAN DE ACCIÓN
<i>a. Preliminares</i>
1. Elaboración de protocolos de emergencia y contingencia.
2. Programar mantenimientos preventivos.
3. Mantener almacenados repuestos de mayor uso
<i>b. Durante</i>
1. Suspender el vertimiento, si alguna unidad de la planta de tratamiento no está funcionando y el tratamiento quedaría incompleto
2. Verificar la capacidad de los tanques de almacenamiento temporal del agua residual industrial.
3. Almacenar el agua residual industrial en los tanques que no requieren mantenimiento, mientras se repara el tanque o equipo averiado. Si los tanques disponibles en la planta no tuvieran la capacidad suficiente, alquilar e instalar tanques provisionales en la planta de producción, o detener la actividad de curtido por el tiempo que sea necesario.
4. Realizar el mantenimiento.
<i>c. Posteriores</i>
1. Verificar que las acciones de mantenimiento fueron suficientes y el sistema funciona correctamente.
2. Documentar las acciones de mantenimiento y archivarlas en la carpeta del sistema de tratamiento.
3. Realizar o terminar todo el proceso de tratamiento del agua y realizar el vertimiento.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

ESCENARIO 3: Contaminación con sustancias químicas derramadas

Tabla 19 Medida para reducir el riesgo por contaminación del vertimiento por derrame de sustancias químicas

EVENTOS POSIBLES	PLAN DE ACCIÓN
Derrame de sustancias químicas en el transporte, carga y descarga	Aplicar protocolo de carga y descarga de materiales
	Dotar al personal con EPP
Derrame de sustancias químicas en la manipulación de estas para el tratamiento de ARI	Mantener elementos adecuados para el trasvase de insumos al momento del pesaje y transporte
	Adquirir e implementar un Kit para la atención de contingencias por derrames
	Establecer procedimientos de manejo y pesaje de sustancias
	Dotar al personal con EPP

Riesgos a la Salud en caso de vertimiento accidental

Respecto a los riesgos a la salud, ninguna de las sustancias presentes en el sistema de tratamiento ha sido catalogada como peligrosa o de precaución para la salud humana por el Ministerio de Seguridad Social en el área de influencia directa o indirecta del proyecto según el estudio de impacto ambiental. Sin embargo se hace referencia al Decreto 4741/05 sobre residuos peligrosos, en el cual ninguna de estas sustancias está específicamente clasificada como peligrosa, también se revisaron las hojas de seguridad de los compuestos más significativos, que si bien no revisten una gran peligrosidad, a no ser que haya una exposición prolongada y directa, lo cual no sucede en este tipo de empresas, pero si se deben manipular con cuidado y utilizando los elementos de protección personal, especialmente máscaras para gases y polvos. De otro lado se consultó el Catálogo Europeo de Residuos, el cual tampoco clasifica estas sustancias como peligrosas.

Contenidos en el aguas residuales industriales - ARI

Cal: Oxido de Calcio. Si el material está en polvo se identifica Por exposición prolongada como peligroso por inhalación en concentraciones en el aire mayores a 10 mg/m³ (International Chemical Safety Cards), respecto a la cal disuelta en agua no hay descripción de peligro.

Sulfuro de sodio: En estado sólido tiene alta reactividad con ácidos generando gases tóxicos, respecto al sulfuro de sodio disuelto en agua no hay descripción de peligro.

Convenio 051. Gobernación de Cundinamarca – Centro de Investigaciones para el Desarrollo e Instituto de estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia

Cromo trivalente: es un oligoelemento, es un mineral que se encuentra abundantemente en los alimentos. Tal como se lo encuentra en la naturaleza, en principio no es peligroso.

Pero si es sometido a altas temperaturas se convierte en cromo hexavalente, una sustancia con efectos carcinogénicos y tóxicos.

El ARI no debe ingerirse, inhalarse, ni manipularse sin equipo de protección personal.

Según el catálogo Europeo de Residuos, no se consideran peligrosos (CEE, 2000):

04 01 04 Residuos líquidos de curtición que contienen cromo

04 01 05 Residuos líquidos de curtición que no contienen cromo

04 01 06 Lodos, en particular los procedentes del tratamiento in situ de efluentes, que contienen cromo

04 01 07 Lodos, en particular los procedentes del tratamiento *in situ* de efluentes, que no contienen cromo Solo se consideran peligrosos

04 01 03* Residuos de desengrasado que contienen disolventes sin fase líquida (no aplica a estas curtiembres)

Los insumos usados en el tratamiento: Sulfato de manganeso, sulfato de aluminio, policloruro de aluminio, soda caustica y polielectrolito: Por exposición prolongada tiene riesgos a la salud por ingestión en inhalación. La sustancia debe manipularse con equipo de protección personal.