

TABLA DE CONTENIDO

3	IMPACTO AMBIENTAL	2
3.1	CONSIDERACIONES GENERALES	2
3.1.1	PELIGROSIDAD DE UNA SUSTANCIA	3
3.1.2	EFFECTOS OCASIONADOS POR UNA SUSTANCIA	5
3.2	FUENTES DE CONTAMINACIÓN	6
3.2.1	VERTIMIENTOS	6
3.2.1.1	Vertimientos en la industria de curtiembres	7
3.2.2	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	7
3.2.2.1	Emisiones atmosféricas en la industria de curtiembres	10
3.2.3	RUIDO	11
3.2.3.1	Ruido en la industria de curtiembres	11
3.2.4	RESIDUOS SÓLIDOS	11
3.2.4.1	Residuos sólidos en la industria de curtiembres	12
3.3	AFECTACIONES OCASIONADAS	13
3.3.1	AFECTACIÓN POR ALTERACIONES DEL AGUA	13
3.3.2	AFECTACIÓN POR METALES.	16
3.3.3	AFECTACIÓN POR MATERIAL PARTÍCULADO	16
3.3.4	AFECTACIÓN POR COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	17
3.3.5	AFECTACIÓN POR ÓXIDOS	17
3.3.6	AFECTACIÓN POR RUIDO	19
3.3.7	AFECTACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS	19

3 IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Consideraciones generales

El hombre en su afán de mejorar su condición de vida promovió el desarrollo de la industria, olvidando las implicaciones que un inadecuado manejo de las cargas contaminantes generadas por estas actividades puede causar al ambiente, y poniendo en riesgo su bienestar, debido a que las diferentes procesos industriales implican la transformación de materias primas, productos semi-elaborados y elaborados, que a su vez aportan sustancias deletéreas al ambiente ya sea en forma de energía o materia (residuos, vertimientos, emisiones, ruido, calor, etc.). Lo anterior gracias a que la transformación de la materia prima e insumos nunca es total, y al no adelantarse su recuperación o adecuada disposición, se da lugar a su acumulación en el ambiente por encima de niveles tolerables, generando de manera individual o combinada, afectaciones al entorno donde se localiza la industria (tanto a los seres vivos como al biotopo) en diferentes niveles e intensidades; incluso en ocasiones, como resultado de la estabilidad de los contaminantes en el ambiente y su facilidad para migrar (emisiones gaseosas, movimiento de aguas subsuperficiales y subterráneas), se pueden afectar ambientes relativamente lejanos al sitio donde se localiza su fuente de generación.

La contaminación ambiental de origen industrial, se caracteriza por la emisión, dispersión y concentración de contaminantes naturales y sintéticos cuyo destino final son los diferentes elementos ambientales. Dichos contaminantes dependiendo de sus propiedades físicas y químicas, producen alteraciones al biotopo donde se encuentran y, además, debido a sus propiedades toxicológicas afectan a los organismos vivos presentes en dichos medios, produciendo cambios ya sean en el comportamiento, fisiológicos o de toxicidad (Vallejo, 1997). Entre los impactos más importantes identificados con plena certeza para la industria se tienen los siguientes:

- Afectación de la salud humana.
- Afectación de especies animales y vegetales.
- Deterioro de la calidad del agua y del aire.
- Afectación del suelo.
- Aumento de niveles de presión sonora y vibraciones.
- Olores.
- Destrucción de la capa de ozono.
- Calentamiento del planeta.
- Deterioro de las visuales paisajísticas.
- Sobreexplotación de recursos utilizados por la industria (extracción de materias primas).
- Presión sobre insumos (principalmente agua y energía) por consumos excesivos.
- Afectación del ciclo Hidrológico por emisión de gases y material particulado a la atmósfera.
- Destrucción del patrimonio histórico en cercanías de la industria.
- Destrucción de vías de acceso a la industria.

A manera de ejemplo, para 1994 la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) concluyó que cerca del 70% de la contaminación ambiental se debe al sector de PRODUCTOS QUÍMICOS; lo cual se atribuye al uso indiscriminado de sustancias ya sea de origen natural o sintético. El caso colombiano no escapa a esta situación, y es así como muchas de las sustancias empleadas en este sector industrial no cuentan con registros toxicológicos, por lo que no se conoce con certeza acerca de la afectación que pueden causar al ambiente, entre estas se tienen plaguicidas y fertilizantes, solventes, materiales plásticos, detergentes, etc (Vallejo, 1997).

En Colombia, el problema de la contaminación industrial se vio favorecido en la década de los 70 y 80 por políticas gubernamentales proteccionistas que buscando fortalecer la dinámica económica del país dieron origen a mercados cautivos que representaban altas ganancias para los industriales pero que “no generaban incentivos para dinamizar el crecimiento con cambios tecnológicos, innovación industrial y modernización técnica y gerencial”. Esto afecta actualmente el desempeño ambiental de la industria ya que ésta está orientada al uso intenso de los recursos, muchas veces irracional, y no en la eficiencia de su utilización; situación que se ve agravada por el empleo de tecnologías obsoletas y altamente contaminantes. (Sánchez y Uribe, 1994), que no le permiten ser competitivas a nivel internacional, además de enfrentar serios cuestionamientos a nivel nacional por el deterioro del ambiente.

3.1.1 Peligrosidad de una sustancia

El peligro que una determinada sustancia representa para el ambiente, y especialmente el hombre, están en función de:

Factores propios de la sustancia

Las características de la sustancia que influyen en su grado de peligrosidad son:

- Estado físico: una sustancia en estado gaseoso es más letal que el mismo en estado líquido o sólido.
- Propiedades físicas y químicas: principalmente el punto de ebullición (paso de estado líquido a gaseoso) y la presión de vapor.
- Dosis: cantidad de la sustancia que en un organismo vivo produce un efecto determinado. La dosis letal es aquella cantidad de la sustancia que causa la muerte.
- Potencia de la sustancia: se define como la habilidad de la sustancia para causar efectos nocivos.
- Reactividad biológica: capacidad de una sustancia para interactuar con enzimas o el DNA que determina su efecto en un organismo.
- Vías de ingreso al organismo: las vías de ingreso pueden ser por inhalación (de esta manera ingresan al organismo todas las sustancias en forma de gases, humos, vapores, partículas y fibras cuyo tamaño es menor de 10 micras), dérmica (el ingreso de sustancias a través de la piel solo lo pueden hacer sustancias

- liposolubles (es decir compatibles con grasa) y oral (por esta vía ingresan todas las sustancias que se ingieren).
- Exposición: tiempo de contacto con la sustancia contaminante. La exposición puede ser aguda (por una sola dosis grande con efectos en las próximas 24 horas), repetida por periodos cortos (exposición a dosis bajas durante un periodo de 8 horas; los efectos tóxicos dependen del grado de exposición) y continua por periodo largos (exposición a bajas concentraciones de la sustancia durante largos periodos de tiempo; los efectos se pueden presentar en meses o años).
 - Cinética de la sustancia: comprende los procesos que sufre una sustancia en un organismo vivo desde su ingreso hasta su eliminación (absorción, distribución, conversión metabólica y excreción). La distribución de la sustancia se hace principalmente a través de la sangre preferentemente a los órganos de alto flujo sanguíneo (encéfalo, riñones, hígado, entre otros).
 - Selectividad sistema: esta relacionada con el sitio del cuerpo donde actúa la sustancia, como ya se describió.

Factores del organismo afectado

Los factores del organismo que influyen en la mayor o menor toxicidad de una sustancia tiene que ver con:

- Edad: los niños y las personas de edad son las más afectadas por entrar en contacto con una determinada sustancia tóxica, debido a que el primer grupo no ha desarrollado muchos de sus sistemas y no se ha alcanzado la madurez de los procesos metabólicos; mientras que los ancianos presentan disminución en sus defensas.
- Sexo: algunas sustancias se manifiestan con mayor agresividad en las mujeres que en el hombre y viceversa, tal es el caso del plomo que afecta de una manera más severa a las mujeres.
- Susceptibilidad del individuo: algunos individuos presentan mayor susceptibilidad a la acción de ciertas sustancias que otros debido a su variabilidad biológica y genética, actividad metabólica, estado del sistema inmunológico, estado de salud, entre otros aspectos.
- Nutrición: la mala nutrición favorece la acción deletérea de una sustancia.
- Enfermedades pasadas y presentes: algunas enfermedades pueden dejar trastornos en el organismo que favorecen la acción deletérea de una determinada sustancia.

Factores ambientales

Los factores ambientales que influyen en la peligrosidad de una determinada sustancia contaminante son las condiciones higrotérmicas del lugar (presión atmosférica, temperatura y humedad relativa), ya que algunas sustancias aumentan su efecto tóxico con el incremento de la temperatura o de la presión atmosférica.

3.1.2 Efectos ocasionados por una sustancia

El efecto de una sustancia sobre un organismo se puede clasificar de la siguiente manera:

Efecto tóxico local: cuando el efecto se produce en el sitio del organismo que estuvo en contacto con la sustancia (p.e. las quemaduras por químicos).

Efecto tóxico sistémico: cuando la sustancia es absorbida y distribuida a un lugar distante del sitio de ingreso, sin que la afectación necesariamente se presente en el sitio de almacenamiento (p.e. el plomo se almacena en los huesos, pero ocasiona daños en los riñones y el sistema nervioso central).

Efecto corrosivo: cuando la sustancia origina destrucción de la piel y mucosas.

Efecto reversible: cuando se logra la normalidad de los órganos o sistemas una vez cesa la acción de la sustancia tóxica.

Efecto irreversible: cuando las lesiones ocasionadas por la sustancia tóxica permanecen de por vida en el órgano o sistema afectado, aunque cese la acción de la sustancia tóxica.

Efectos neuróticos: muchas sustancias presentan la capacidad de inducir efectos en la salud síquica y neurológica de un individuo por afectación del sistema nervioso central o periférico. La neurotoxicidad puede ser aguda o retardada.

Alergias: es una reacción adversa que resulta de la sensibilización previa de una sustancia determinada o a otra estructuralmente semejante.

EFFECTOS TÓXICOS

Los posibles efectos tóxicos producidos por una exposición a una determinada sustancia se dividen de la siguiente manera

Intoxicación aguda: se presenta cuando se ha tenido una exposición de corta duración a una sustancia tóxica en alta dosis (inclusive sobredosis), con efectos en un plazo menor de 24 horas. Por lo general dan lugar a efectos locales y sistémicos en proporción directa a la dosis y la vía de ingreso.

Intoxicación subaguda: cuando se han experimentado exposiciones a una sustancia tóxica de manera frecuente o repetida y los efectos se presentan en el mediano plazo (semana o meses).

Intoxicación crónica: afectación de la salud por exposiciones repetidas durante largos periodos, pero en bajas dosis, a una sustancia tóxica y cuyos efectos se manifiestan en el largo plazo (años). Este tipo de intoxicación puede dar lugar a efectos reversibles e irreversibles.

3.2 Fuentes de contaminación

3.2.1 Vertimientos

Sin lugar a dudas, el agua es una de las sustancias más ampliamente empleadas en los procesos industriales, ya sea formando parte del producto (caso en el cual se convierte en materia prima), o para facilitar la producción (insumo de producción).

El agua eliminada después de usarse se descarga como agua residual, la cual ha sufrido una serie de alteraciones tanto cuantitativas como cualitativas; es decir contiene una gran variedad de sustancias como consecuencia de su sometimiento a procesos y operaciones que traen como consecuencia su contaminación por adición de sustancias deletéreas que afectan sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y que en la mayoría de casos sus concentraciones superan ampliamente la capacidad de autopurificación natural.

Las sustancias contaminantes del agua se pueden agrupar en tres categorías básicas:

- *Contaminantes físicos*: hacen referencia principalmente a material flotante (plástico, papel, cartón, madera, etc), material suspendido en la fase acuosa (que se encuentra en forma de pequeñas partículas) y material sedimentable. Otro tipo de contaminante físico tiene que ver con el incremento de la temperatura del agua por niveles que inhiben la vida acuática (contaminación térmica).
- *Contaminantes químicos*: son principalmente sustancias que se disuelven en el agua, es decir, entran a formar parte de la fase acuosa alterándola en diferentes grados e intensidades.
- *Contaminantes biológicos*: tienen que ver con la adición de organismos vivos al agua, cuya simple presencia o concentración por encima de umbrales permitidos pueden dar lugar a la propagación de enfermedades en el hombre, animales o plantas.

Para el caso de la industria colombiana, la contaminación de las aguas tiene que ver principalmente con los dos primeros grupos (físicos y químicos), ya que los contaminantes del tercer grupo hacen referencia principalmente a las aguas residuales domésticas, producción industrial de medicamentos, vertimientos de laboratorio que trabajan con seres vivos y hospitales, entre otras fuentes.

En cuanto a los parámetros indicadores de la calidad de los vertimientos industriales, en Bogotá D.C. se exige caracterizar: DBO, DQO, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, pH, temperatura y otras sustancias que van de acuerdo con el sector industrial al que pertenece la industria (resolución 1074/97)

3.2.1.1 Vertimientos en la industria de curtiembres

Debe aclararse que los efluentes comprenden la mayor parte de la producción de residuos del curtido. En general, estos residuos tienen una elevada DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y de NTK (nitrógeno total Kjeldahl) y altas concentraciones de sólidos en suspensión, sólidos disueltos, aceites y grasas. Además, según el proceso y la cantidad de agua empleada durante una etapa específica del proceso de curtido, el efluente no tratado puede contener algunos o todos los siguientes elementos: cromo, sulfuro, nitrógeno, nitrógeno de amoníaco, sulfato, fósforo, tolueno, aluminio, cobre, cianuro, plomo, níquel, titanio, cinc, circonio, éter extractable, 2,4,6- triclorofenol, cloroformo, 1.2-diclorobenceno, 1,4-diclorobenceno, etilbenceno, cloruro de metileno (diclorometano), naftaleno, pentaclorofenol, fenol y bis (2-ethylhexil) talato (PNUMA, p. 12)(Dev Doc, p. 1).¹

Las aguas residuales de una curtiembre (incluida la preparación de las pieles) tiene un pH relativamente ácido, un alto contenido de cloruros (5 g Cl/l), un elevado consumo de KMnO_4 (750 – 1250 mg/l), considerable contenido de cal y sulfatos libres, sulfuros, elevada demanda de oxígeno debida a la presencia de materia orgánica y grasas animales emulsionadas, así mismo tienden a formar espuma.

Los vertimientos de las curtiembres pueden ser portadores del ántrax, siendo éste el factor decisivo al considerárseles desde el punto de vista de la higiene. Por lo tanto, no sólo son peligrosos para el personal de transporte y los operarios que entran en contacto con ellos, sino que también infectan las aguas residuales que se generan en las curtiembres y fábricas del cuero.

En las plantas donde el cuero es teñido después del acabado, se utilizan sustancias como : tintes ácidos, básicos y anilina, y en raras oportunidades tintes de sulfuro (cuero gamuzado) y tintes de madera. Es así como se introducen en las aguas residuales los residuos de tintes, generalmente en pequeñas cantidades pues los tintes se aplican con escobillas. Al igual que existen licores de tinte, existen también aguas de enjuague en cantidades mucho mayores. Siendo el pH del agua de 5 – 7 y el consumo de KMnO_4 es de aproximadamente 500 mg/l.

En la tabla 3.1 se muestra el flujo diario de aguas residuales de una curtiembre .

3.2.2 Emisiones atmosféricas

La *contaminación atmosférica* puede definirse como la presencia de uno o más contaminantes en la atmósfera exterior, en cantidades y duración tal que pueden ser nocivos para la vida del hombre, plantas o animales, o para la propiedad (materiales), o que pueden interferir con el uso y disfrute de la vida o propiedad, o con la realización del trabajo.

¹ CEPIS. Guía técnica para la minimización de residuos en curtiembres. 1993

Tabla 3.1 Flujo diario de aguas residuales de una curtiembre

Principales Subprocesos	%de pieles tratadas	Flujo de aguas residuales de aproximadamente seis fábricas de 500 pieles por día			Aguas residuales M ³ /día
		DBO ₅	Sólidos suspendidos	Total de sólidos	
Lavado y remojo corto	100	160	590	1360	360
Eliminación de pelos	40	320	790	790	170
Descarnado	60	540	1520	1810	250
Remojo	100	90	20	180	110
Curtido (agente vegetal)	20	20	20	110	20
(cromo)	80	50	70	290	60
Procesos finales	100	20	20	50	60
Totales		1200	3030	4770	1090

Fuente: Department of the Interior de los Estados Unidos

Ejemplo de algunos contaminantes tradicionales son el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, ozono, oxidantes, sulfuro de hidrógeno, partículas en suspensión, humos y neblina. Estos contaminantes pueden dividirse en dos grupos a saber:

- *Gases*: presentan propiedades de difusión y normalmente son fluidos amorfos que pueden cambiar de estado sólido o líquido por un efecto combinado de aumento de presión y descenso de temperatura.
- *Partículas*: representan cualquier materia dispersa, sólida o líquida, en la cual los agregados individuales son más grandes que las moléculas simples (alrededor de 0,0002 µm de diámetro) pero más pequeños de 500 µm (1 µm = 10⁻⁴ cm). La materia particulada con un tamaño menor o igual de 10 µm tiene un interés particular, ya que puede producir efectos sobre la salud humana.

Recientemente han adquirido importancia los *tóxicos del aire*. Son un tipo de compuestos que pueden estar presentes en la atmósfera y resultar tóxicos no sólo para el hombre sino para todo el ecosistema. En la *Clean Air Act de 1990*, la categoría de los tóxicos del aire incluye 189 compuestos químicos específicos que pueden resultar importantes al estudiar los impactos sobre la calidad del aire. Este tipo de compuestos representa sustancias típicas del medio ambiente industrial.

Dentro de los contaminantes del aire también se encuentran los compuestos agotadores de la capa de ozono, para los cuales Colombia mediante la Leyes 30/90, 29/92 y 306/96 adopta lo dispuesto en la convención de Viena, el protocolo de Montreal y la enmienda de Copenhague al protocolo de Montreal respectivamente, en lo referente a la protección de la capa de ozono, por lo que es deber del Estado Colombia "Adoptar las medidas legislativas o administrativas adecuadas y cooperar en la coordinación de las políticas apropiadas para controlar, limitar, reducir o prevenir las actividades humanas bajo su jurisdicción o control en el caso de que se compruebe que estas actividades tienen o pueden tener efectos adversos como resultado de la modificación o probable modificación

de la capa de ozono², para esto, la producción y consumo colombiano de clorofluorocarbonados (CF's), halogenos, metil cloroformo y tetracloruro de carbono (CTC) debe cesar para el año 2010; de igual manera la producción y consumo de hidroc fluorocarbonados (HCFC's) debe cesar en el año 2040, mientras que la producción y consumo de metil bromuro (methyl bromide) debe cesar en el año 2015.

Entre las sustancias más deteriorantes de la capa de ozono se tienen:

Sustancia	Potencial de deterioro
CFC-11	1.0
CFC-12	1.0
CFC-113	0.8
CFC-114	1.0
CFC-115	0.6
CFC-111, -112, -113, -211, -212, --213, -214, -215, 216, -217	1.0
Halogenado 1211	3.0
Halogenado 1301	10.0
Halogenado 2402	6.0
Tetracloruro de carbono (CTC)	1.1
Metil cloroformo (MCF); 1,1,1-tricloroetano	0.1
HCFC-22	0.05
HCFC-123	0.02
HCFC-124	0.02
HCFC-141b	0.15
HCFC-142b	0.06
HCFC-225ca	0.01
HCFC-225cb	0.04
Metil bromuro	0.7

Fuente: Pollution Prevention and Abatement Handbook. Toward Cleaner Production. The World Bank Group, 1998
Como nivel de referencia se empleó el CFC—11 al que arbitrariamente se le asignó un potencial de deterioro de 1, valores por encima y por debajo indican un potencial mayor y menor de una sustancia para deteriorar la capa de ozono respectivamente.

Otros contaminantes y efectos atmosféricos que han adquirido importancia son el smog fotoquímico, la lluvia ácida y el calentamiento global. El smog fotoquímico se refiere a la formación de constituyentes oxidantes en la atmósfera, como el ozono, debido a la reacción fotoinducida de los hidrocarburos (o compuestos químicos orgánicos volátiles, COV's) y óxidos de nitrógeno.

La lluvia ácida se refiere a las reacciones atmosféricas que pueden ocasionar una precipitación con un valor de pH menor que el de las precipitaciones normales (que es de aproximadamente 5,7 cuando se considera que el dióxido de carbono está en equilibrio). Los agentes causantes de la formación de lluvia ácida están asociados con la emisión de dióxido de azufre y posiblemente con la emisión de óxidos de nitrógeno, junto con ácido clorhídrico gaseoso.

² Numeral b artículo segundo Protocolo de Viena

Otro tema de importancia mundial es la influencia de la contaminación del aire sobre los balances caloríficos de la atmósfera y sobre la absorción y reflexión de la radiación solar incidente. Debido al aumento del nivel de dióxido de carbono y otros compuestos carbonados en la atmósfera, la superficie de la tierra ha empezado a mostrar mayores temperaturas, y esto a su vez, puede implicar en el cambio de las condiciones climáticas en todo el mundo.

Fuentes de contaminación atmosférica

Las fuentes de contaminantes atmosféricos pueden clasificarse desde distintas perspectivas, incluyendo el tipo de fuente, su frecuencia de aparición y distribución espacial y los tipos de emisiones.

- *Fuentes naturales:* incluyen en polvo de las plantas, polvo transportado por el viento, erupciones volcánicas e incendios forestales producidos por rayos.
- *Fuentes de origen humano:* incluyen los vehículos de transporte, **procesos industriales**, centrales eléctricas, actividades de la construcción y actividades de adiestramiento militar.
- *Fuentes puntuales:* características de las emisiones de contaminantes de chimeneas de **Procesos industriales**, así como de chimeneas de instalaciones de **combustión**.
- *Fuentes zonales:* incluyen tráfico de vehículos, emisiones de polvo procedente de pilas de material de reserva o de la construcción, o de actividades de adiestramiento militar.

3.2.2.1 Emisiones atmosféricas en la industria de curtiembres

La contaminación atmosférica generada por las curtiembres está representada por los olores producidos en las diferentes etapas y el material particulado emitido por algunas calderas.

Olores. La descomposición de la materia orgánica, así como la emisión de sulfuro de las aguas residuales causan el característico mal olor de las curtiembres.

Además, los olores ofensivos generados por el proceso de producción se generan en la recepción y almacenamiento de pieles, sobre todo por las pieles frescas. La emisión de olores está relacionada íntimamente con las etapas húmedas del proceso, pues, esta genera un olor fétido y produce irritación en los ojos y en el tracto respiratorio.³

Material particulado. Durante el proceso de curtición, algunas de las etapas requieren de agua elevada a alta temperatura, para lo cual se utiliza una caldera.

Compuestos orgánico volátiles (COV's). En el proceso de curtición se detectaron dos situaciones de generación de vapores y gases. Una en el sitio de almacenamiento de

³ PRODEA LTDA. Diseño de un programa de ahorro de agua y minimización de cargas contaminantes en industrias curtidoras ubicadas en el barrio San Benito. 1.999

sustancias químicas con una concentración baja y la otra por su utilización en las diferentes etapas del proceso húmedo.

Dentro de las etapas del proceso húmedo en el pelambre se generan vapores en el momento de cargar los productos químicos al bombo y se intensifican en el momento de la descarga por acción de los sulfuros de hidrógeno y sodio.

Durante la etapa de acabados finales en la operación de pintura, se utilizan pinturas a base de agua y lacas disueltas con thinner. La aplicación de pinturas al agua no genera emisiones de vapores o gases, en cambio la aplicación de lacas si generan emisiones considerables de solventes orgánicos debidos a su baja presión y a la forma de aplicación.

3.2.3 Ruido

Otro tipo de contaminación la relacionada con el ruido, que puede definirse como un sonido no deseado en el lugar y momento equivocado. También puede definirse como cualquier sonido que es indeseable porque interfiere con la conversación y la audición, es lo bastante intenso para dañar la audición o molesto de cualquier manera (EPA, 1972). La definición de ruido como *indeseable* implica que tiene un efecto adverso sobre los seres humanos y su medio ambiente, incluido las tierras, estructuras y animales domésticos.

3.2.3.1 Ruido en la industria de curtiembres

El ruido es generado fundamentalmente por el movimiento de los bombos, la fricción de los engranajes y los motores eléctricos.

Normalmente el ruido puede producirse por falta de mantenimiento de los equipos y por la antigüedad que tienen en cada industria, ya que muchas empresas se manejan de forma artesanal.

Los procesos en que se presenta ruido ambiental son principalmente el pelambre, descarnado, dividido, desencalado, piquelado, teñido y secado.

Actualmente el ruido ambiental generado en San Benito ha disminuido ya que los empresarios han realizado las siguientes adecuaciones tecnológicas a sus equipos: soportes de caucho, anclaje de equipos, sistemas de bandas, reductores y piñones en fibra de vidrio.

3.2.4 Residuos sólidos

Residuo sólido es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para la actividad que lo generó. Pueden clasificarse de acuerdo a su **origen** domiciliar, industrial, comercial, institucional, público) a su **composición**(materia orgánica, vidrio, metal, papel, plásticos, cenizas,

polvos, inertes) o de acuerdo a su **peligrosidad** (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos).

“El manejo de los residuos peligrosos conjuntamente con los residuos domiciliarios conlleva un riesgo real o potencial a la salud pública y/o al medio ambiente”⁴

La generación de residuos peligrosos se debe entre otras causas a:

- Productos caducados.
- Materiales o productos deteriorados.
- Emisiones, vertimientos y residuos generados en los procesos de producción.
- Materiales inutilizables, adulterados o contaminados.
- Todos aquellos materiales que se declaren como peligrosos por parte del industrial.

Los residuos sólidos pueden contener sustancias orgánicas e inorgánicas perjudiciales a la salud humana y al ambiente natural. Un número alto de enfermedades de origen biológico o químico está directamente relacionado con la basura y pueden transmitirse a los humanos y animales por contacto directo de los desechos o indirectamente a través de vectores.

3.2.4.1 Residuos sólidos en la industria de curtiembres

Los residuos sólidos provienen principalmente de la preparación de la piel, y se presentan en los lodos generados durante el tratamiento de residuos, y por desechos animales originados durante la limpieza, raspado, división y corte, entre ellos carnaza, pelo, grasa, carne, excesos de cal y sulfuro de sodio, y recortes de cuero. Aunque algunos tienen valor potencial para ser reciclados o reutilizados, algunas veces los empresarios no lo hacen debido a los costos involucrados.

Del proceso de descarnado se obtienen residuos con alto contenido colagénico, y en el descarnado y dividido, la carne, la grasa y los sebos representan aproximadamente el 20% del peso inicial de las pieles⁵.

En la etapa de rebajado se genera viruta que contiene residuos de cromo trivalente, por tal razón este residuo es considerado altamente contaminante. Esta viruta sólo en algunas ocasiones es proporcionada de manera gratuita a empresas que fabrican tejas de eternit, pero en la mayoría de los casos es un consorcio de aseo el que se encarga de su manejo.

La carnaza obtenida de la etapa de dividido, se vende a las empresas que fabrican productos para animales, pastas, gelatina y frunas o se procesa para fabricación de suelas, cápsulas farmacéuticas y guantes, botas y vestidos de caucho.

⁴ BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO: *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales.*

⁵ ACERCAR. *Guía Ambiental Curtiembres.* 1999

Los orillos de cuero, y los recortes de cuero terminado, son recogidos por un consorcio de aseo y el unche ó descarnado apelambrado (residuo proveniente del descarnado) es vendido a las personas que habitan la ronda del río Tunjuelito, quienes extraen el sebo para venderlo a las empresas que fabrican jabones.

En la tabla 3.2 se muestra el tipo de residuos sólidos generados según la actividad.

Tabla 3.2 Residuos sólidos generados en las curtiembres

ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO
Descarne preliminar	Cola
Pelambre y encalado	Sulfuros, pelambre, sangre, cal, carne, grasas, materia colagénica.
Descarnado y dividido	Carne, grasa, sebos.
Recorte	Gelatinas de pata
Rebajado	Flor
Recorte final	Piel terminada

Fuente: CINSET

3.3 Afectaciones ocasionadas

En la industria galvánica los impactos generados están directamente relacionados con el tipo de materias primas utilizadas, principalmente metales, ácidos inorgánicos, soluciones de lavado y solventes orgánicos del tipo halogenados.

Las afectaciones causadas por estos se describen a continuación:

3.3.1 Afectación por alteraciones del agua

Color. El color del agua generalmente está asociado a los sólidos que se encuentran disueltos en ella, especialmente los coloides. Su afectación se traduce en contaminación estética del cuerpo de agua receptor.

Conductividad eléctrica. Se emplea como un método indirecto para determinar el contenido de sales disueltas en el agua, ya que ésta conduce la electricidad cuanto mayor sea su contenido de sales.

Dureza y alcalinidad. Estos dos parámetros no presentan problemas para el consumo humano, sin embargo la dureza causa incrustaciones en las tuberías mientras que la alcalinidad da lugar a la corrosión de metales.

Grasas y aceites. La presencia de grasas y aceites en el agua ocasiona la formación de una capa que deteriora su calidad visual y evita el intercambio de gases entre la masa de

agua y la atmósfera, dando origen a condiciones anaeróbicas que causan la muerte la fauna y vegetación de los cuerpos de agua.

Materia orgánica. Este parámetro es ampliamente empleado para medir el grado de contaminación orgánica que presenta un vertimiento, determinar la cantidad de oxígeno necesario para retirar los contaminantes de carácter orgánico en el presentes, establecer los sistemas de tratamiento necesarios y evaluar su eficiencia. Para su cuantificación se emplean la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) los cuales son empleados por las autoridades ambientales para controlar la contaminación de los cuerpos de agua receptores de los vertimientos y fijar los valores de las tasas retributivas que el contaminador debe pagar.

Olores. Molestias al vecindario cercano a la planta de tratamiento de los vertimientos, generando tensión psicológica. Otros efectos son la reducción de apetito, inducir menores consumos de agua, producir desequilibrios respiratorios, náuseas y vómito y crear perturbaciones mentales.

Oxígeno disuelto. Su disminución por descarga de aguas residuales a un cuerpo de agua ocasiona la muerte de la fauna y flora acuática.

Durante el tratamiento de aguas permite valuar la tasa de aireación a que se está resentando y por tanto la efectividad del proceso.

Altos niveles oxígeno disuelto en el agua de proceso puede causar problemas de corrosión en tuberías y calderas

pH. La totalidad de las aguas presentan concentraciones de hidrógenos (pH), la cual varía dependiendo de las sustancias en ella presente en el rango de 0 – 14, considerándose ácidas las aguas que presentan valores inferiores a 7 y alcalinas las que presentan valores superiores a 7.

El pH limita drásticamente el desarrollo de la vida acuática ya que causa trastornos en el funcionamiento y lesiones en las plantas y animales, ya sea a condiciones muy ácidas (valores menores de 4) o muy alcalinas (valores superiores a 9)

Sólidos sedimentables. En general los sólidos crean problemas estéticos en el agua, corrosión de tuberías al modificar el pH del agua. Si su concentración es superior a los 1000 mg/l da origen a efectos laxantes en las personas.

En el caso particular de los sólidos sedimentables, estos permiten dimensionar las unidades de sedimentación primaria y verificar la eficiencia del tratamiento de los vertimientos.

Sólidos suspendidos totales. Por lo general, los sólidos suspendidos totales se presentan en todos los vertimientos aunque en diferente concentración dependiendo del sector industrial considerado. Este tipo de sólidos da lugar a la acumulación de lodos y condiciones anaeróbicas de los cuerpos de agua receptores.

Sulfatos. La presencia de sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) en los vertimientos puede ocasionar bajo condiciones anaeróbicas su conversión a ácido sulfhídrico que causa problemas de corrosión en la tuberías (incluyendo las de concreto), genera olores desagradables y al evaporarse da lugar a lluvia ácida.

Sulfuros. Cuando el valor de pH se reduce por debajo de 8.5, se libera sulfuro de hidrógeno, el cual tiene un olor fétido al nivel de trazas y es altamente tóxico a muchas formas de vida en altas concentraciones

Tensoactivos (jabones y detergentes no biodegradables). Los jabones y detergentes no biodegradables ocasionan la contaminación de aguas superficiales y subterráneas que las hacen peligrosos por encima de concentraciones de 0.5 mg/l (esto para jabones y detergentes a base de sulfatos de alquilbenceno).

En los procesos de tratamiento y en los cuerpos de agua receptores dan lugar a la formación de espumas, lo que impide la aireación del agua llevándola a condiciones anaeróbicas con la consecuente afectación de la fauna y flora acuática.

Trazas orgánicas. Las trazas orgánicas debido a su alta resistencia a la degradación son bioacumulables y se transmiten en la cadena alimenticia ocasionando problemas en los sistemas reproductivos de las plantas y animales (incluyendo el hombre). Además de causar en el hombre afectaciones al sistema nervioso central y ser precursores carcinogénicos y mutagénicos.

Dependiendo de su naturaleza y concentración las trazas orgánicas pueden inclusive causar la muerte de la fauna y flora de los cuerpos receptores de los vertimientos adelantados por la industria química (especialmente los compuestos clorados que se emplean para la producción de desinfectantes).

Turbiedad. La turbiedad se emplea principalmente para indicar la calidad del agua en relación con la concentración de sólidos en suspensión presentes en el agua (arcilla, limos, granos de sílice, materia orgánica, sales metálicas, etc) y como indicador de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de vertimientos. Sin embargo, la turbiedad impide el ingreso de luz solar al cuerpo de agua receptor del vertimiento, por lo que se reducen los procesos fotosintéticos de las plantas acuáticas.

Otros Químicos. Casi cerca de doscientos químicos diferentes son usados en el proceso de curtiembre o en el tratamiento de los efluentes en menor concentración. Ellos incluyen agentes curtientes sintéticos, pigmentos, polielectrolitos y enzimas proteolíticas entre otros. Algunos de ellos están bien caracterizados en su composición química y en impacto ambiental que generan, sin embargo, la naturaleza de muchos químicos patentados no es de conocimiento público, ni en la cantidad que son descargados como componentes del efluente, ni en el impacto ambiental que generan.

Dentro de esta gama de sustancias se encuentran los recurtientes, engrasantes, lacas, pigmentos, anilinas, plastificantes, resinas y aceites para el acabado y otros productos

químicos como el antistatikum L6 (utilizados para aumentar la conductividad del cuero), el plexoflor HBN (para tratamientos previos a curticiones vegetales y tinturas en tonos pasteles), el Difasol M (Emulsionante para desengrase de pieles en tripa) y el Bublex 810-Z (antiespumante de uso general).

3.3.2 Afectación por metales.

Cromo. En el caso del cromo y sus compuestos, es probable que los niveles de 2 - 3 mg/l sean dañinos. Las sales de cobre también empiezan a ejercer efectos dañinos en concentraciones similares. Los compuestos de zinc son ligeramente menos tóxicos.

CLASIFICACIÓN: sustancia peligrosa

El cromo además de ser un precursor carcinogénico (cáncer de pulmón) ocasiona daños en los sistemas cutáneo (dermatitis, úlceras, daños y alergias en la piel), inmunológico (disfunciones), renal (daños severos en los riñones) y hepático.

3.3.3 Afectación por material particulado

La principal afectación de las partículas en la salud humana hace referencia a la inhalación de a las partículas cuyo tamaño es menor de 10 micras siendo el MP_{2.5} el que se concentra en mayor cantidad en el tracto respiratorio causando cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias como asma, silicosis e inclusive pueden causar la muerte.

Varios estudios en países desarrollados han demostrado que concentraciones aún por debajo de los promedios diarios fijados por la normatividad ambiental han causado serias afectaciones a la salud de las personas y en algunos casos la muerte.

La descarga de material particulado sobre los ecosistemas, excluyendo al hombre, da lugar a alteración de los procesos normales que en el se desarrollan por afectación de especies sensibles y la acumulación de sustancias tóxicas que se trasladan en la cadena alimenticia, en el caso específico de las plantas, la fracción gruesa se deposita en las hojas impidiendo el intercambio de gases y el proceso fotosintético que a la postre se traduce en su atrofiamiento. En cuanto al suelo, los metales pesados que contiene el material particulado puede modificar sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas, ocasionando incluso la inhibición de los procesos de toma de nutrientes por parte de las plantas, activación de procesos erosivos y lixiviación de nutrientes por la alteración del balance químico del suelo. En los animales el material particulado causa afectaciones muy parecidas a las que experimenta el hombre, (principalmente enfermedades respiratorias). Además de lo anterior, la descarga de material particulado a la atmósfera ocasiona la reducción de la visibilidad, dispersión de la luz, formación de niebla y pérdida del valor estético del paisaje.

La principal afectación de las partículas en la salud humana hace referencia a la inhalación de las partículas cuyo tamaño es menor de 10 micras siendo el $MP_{2.5}$ el que se concentra en mayor cantidad en el tracto respiratorio causando cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias como asma, silicosis e inclusive pueden causar la muerte.

Varios estudios en países desarrollados han demostrado que concentraciones aún por debajo de los promedios diarios fijados por la normatividad ambiental han causado serias afectaciones a la salud de las personas y en algunos casos la muerte.

La descarga de material particulado sobre los ecosistemas, excluyendo al hombre, da lugar a alteración de los procesos normales que en el se desarrollan por afectación de especies sensibles y la acumulación de sustancias tóxicas que se trasladan en la cadena alimenticia, en el caso específico de las plantas, la fracción gruesa se deposita en las hojas impidiendo el intercambio de gases y el proceso fotosintético que a la postre se traduce en su atrofiamiento. En cuanto al suelo, los metales pesados que contiene el material particulado puede modificar sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas, ocasionando incluso la inhibición de los procesos de toma de nutrientes por parte de las plantas, activación de procesos erosivos y lixiviación de nutrientes por la alteración del balance químico del suelo. En los animales el material particulado causa afectaciones muy parecidas a las que experimenta el hombre, (principalmente enfermedades respiratorias).

Además de lo anterior, la descarga de material particulado a la atmósfera ocasiona la reducción de la visibilidad, dispersión de la luz, formación de niebla y pérdida del valor estético del paisaje.

3.3.4 Afectación por compuestos orgánicos volátiles

La concentración de sustancias como el etilbenceno, clorobenceno, cloroetano, diclorometano, tetracloruro de carbono, benceno, xileno, tolueno y fenoles en el ambiente de trabajo causa afectaciones a los sistemas nervioso central, sistema nervioso periférico (efectos narcóticos y anestésicos, dolores de cabeza, disminución e la sensibilidad cutánea, alteración de la memoria, confusión desorientación irritabilidad, depresión,, falta de coordinación, fatiga y debilidad y temblores en las extremidades), renal, hepático, cutáneo, circulatorio y hematopoiético. Además, el benceno causa desordenes hematológicos (anemia hipoproliferativa, neutropenia, anemia aplásica, leucemia aguda linfocítica y mieloma múltiple) y disfunciones en el sistema inmunológico.

3.3.5 Afectación por óxidos

Óxidos de azufre. Los óxidos de azufre causan afectaciones a los sistemas respiratorio (agravantes de enfermedades como el asma, bronquitis crónica y enfisemas pulmonares; además, reducen las funciones pulmonares, irritan ojos, nariz y garganta, causan broncoconstricción e incluso pueden ocasionar la muerte prematura), cardiovascular

inmunológico (disfunciones). Estas afectaciones se potencializan cuando los SOx son absorbidos por partículas menores de 2.5 micras (partículas finas), ya que estas alcanzan el tracto respiratorio.

Exposiciones diarias por más de dos meses en ambientes con concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) superiores a 10 ppm ocasionan el engrosamiento de la capa mucosa de la traquea que ocasiona una disminución en la eliminación del moco. En el caso de personas asmáticas se presentan broncoconstricciones a concentraciones de apenas 0.25 ppm de SO₂ (Vallejo, 1997).

La presencia de óxidos en el ambiente reduce la visibilidad y como resultado de la formación de ácido sulfúrico en la atmósfera a partir del SO₂, se presenta el fenómeno de lluvia ácida que afecta de manera drástica los suelos, los cuerpos de agua al acidificarlos, la fauna, la vegetación y la infraestructura por problemas de corrosión.

En cuanto a afectación del ambiente los óxidos de azufre ocasionan la pérdida de follaje en las plantas, reduce las tasas de productividad y causa marchitamiento prematuro.

Óxidos de carbono. El monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) ocasionan daños en el sistema nervioso central causando desordenes neurológicos severos, pérdida del control sobre los músculos y dolor de cabeza; además, el CO puede también causar afectaciones a los sistemas cardiovascular (arteriosclerosis), reproductivo (malformación y muerte fetal) y hematopoiético.

El CO puede causar la muerte ya que presenta alta afinidad por la hemoglobina y en la estabilidad de la caboxihemoglobina formada (COHb) evitando el transporte de oxígeno por la sangre (Vallejo, 1997).

Óxidos de nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno afectan principalmente personas que tienen problemas con el sistema respiratorio, al aumentar significativamente la producción de flemas, disminuir las defensas pulmonares, causar la bronquitis, edema pulmonar y causar afectaciones pulmonares a concentraciones de 2 a 3 ppm de dióxido de nitrógeno (NO₂) (Orehel y col, 1976 citado por Vallejo, 1997).

La formación y posterior inhalación de nitrato gaseoso origina nefritis crónica (inflamación renal), reducción de la visibilidad en el ambiente, reducción del crecimiento vegetal y caída permanente de hojas.

Como resultado de la lluvia ácida ocasionada por el ácido nítrico, se causan serias afectaciones al ecosistema al degradar suelos que poseen bajas cantidades de calcio, magnesio o carbonatos, sustancias capaces de neutralizar este ácido; igualmente, la lluvia ácida da lugar a la contaminación de los cuerpos de agua y por ende la muerte de su fauna asociada.

La emisión de NO₂ ocasiona la formación de ozono a nivel del suelo, que comúnmente se conoce como smog y que representa un serio problema de contaminación urbana junto

con el dióxido de nitrógeno ya que disminuyen la visibilidad, causan irritación y edema pulmonar; el smog incluso, por su fácil movilidad puede traducir en la reducción del rendimiento de los cultivos.

El NO₂ se disuelve fácilmente en agua y tiende a atacar las hojas de las plantas que han madurado debido a la reducción de nitratos para producir amoníaco (Vallejo, 1997).

3.3.6 Afectación por ruido

Los altos niveles de ruido en la industria ocasionan la pérdida de este sentido, además de la ocurrencia de efectos sicosomáticos (estrés, irritabilidad, dolor de cabeza, fatiga, agresividad y suduración).

3.3.7 Afectación por residuos sólidos

Contaminación de recursos hídricos. El vertimiento de residuos sólidos sin tratamiento puede contaminar las aguas superficiales o usadas para el abastecimiento público, además de ocasionar inundaciones por obstrucción de los canales de drenaje y del alcantarillado.

La contaminación de las aguas superficiales se manifiesta en forma directa con la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementando de ésta forma la carga orgánica.

La contaminación de las aguas subterráneas, se origina en la escorrentía y lixiviados provenientes de los sitios de la disposición final de residuos sin tratamiento, incorporando contaminantes caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica y sustancias tóxicas.

Contaminación atmosférica. Olores molestos en las proximidades a los sitios de disposición final y generación de gases asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica

La quema al aire libre de los residuos o su incineración sin equipos de control adecuados, genera gases y material particulado, tales como furanos, dioxinas y derivados organoclorados.

Contaminación del suelo. La descarga y acumulación de residuos en sitios periurbanos, urbanos o rurales producen impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes. Además el suelo que subyace a los desechos sólidos depositados en un botadero a cielo abierto o en un relleno sanitario se contamina con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos clorinados que están presentes en el lixiviado de los desechos.

Alteraciones del medio antrópico. Deterioro de las condiciones del paisaje existente y compromiso de la estética del medio.