

EFICACIA DE NORMATIVA DE VERTIMIENTOS EN EL SECTOR CÁRNICO

ALBA LIGIA BUSTAMANTE ARISMENDY¹

Resumen

Este artículo pretende analizar los mecanismos utilizados para definir los límites normativos de los contaminantes en los vertimientos líquidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia, de tal manera que se logre la eficacia en su cumplimiento mediante la mitigación de los impactos ambientales en la fuentes de agua, pero, igualmente, el desarrollo económico y social en la industria del sector cárnico, específicamente de carnes frías.

Palabras clave: agua residual, límites, sector cárnico, concentración, contaminante.

Abstract

This article tries to analyze the mechanism used to define the normative limits of the pollutants in the liquid effluents for the Department of environment and Sustainable Development in Colombia, in such a way that the efficiency is achieved in his fulfillment by means of the mitigation of the environmental impacts in the water sources, but equally the economic and social development in the industry of the meat sector of cold meats.

Key words: Residual water, limits, meat sector, concentration, pollutant

¹ Ingeniera Ambiental. Dirección: Calle 9Sur # 79^a-72. Teléfono: 5789864
abustamantea@zenu.com.co

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	3
1. DEFINICIONES	4
2. IDENTIFICACIÓN DEL SECTOR CÁRNICO	6
2.1 SUBSECTORES DEL SECTOR CÁRNICO	6
2.2 SECTOR CÁRNICO A ANALIZAR	7
2.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL SECTOR EN COLOMBIA	7
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR CÁRNICO	9
3. NORMATIVA	10
3.1 NORMATIVA NACIONAL	10
3.2 NORMATIVA INTERNACIONAL	12
4. IMPACTOS AMBIENTALES POR VERTIMIENTOS DEL SECTOR CÁRNICO DE EMBUTIDOS	13
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	13
4.2 ZONA DE GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL	14
4.3 BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES DEL SECTOR CÁRNICO	15
5. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	16
6. VIABILIDAD DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DEL SECTOR CÁRNICO	17
7. PROPUESTA DE NORMATIVA	20
CONCLUSIONES	22
REFERENCIA	23

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para la vida; sin embargo, a partir del desarrollo se han generado grandes alteraciones a fuentes de agua, en bajo o alto grado, muchas de ellas atribuidas a las descargas de diferentes fuentes generadoras tales como domésticas, industriales, y agropecuarias.

Es por todo lo anterior que las autoridades ambientales velan por la prevención y el control de la contaminación de las fuentes de agua, a partir de la regulación de los vertimientos. Las autoridades ambientales colombianas establecieron, desde el año 1984, los límites permisibles para la industria mediante el Decreto 1594, sin que se hayan hecho grandes cambios hasta 27 años después, cuando se plantea un proyecto de norma con límites mucho más exigentes.

Este trabajo busca identificar si el cambio normativo relacionado con los vertimientos a cuerpos de agua natural en Colombia, puede ser eficazmente aplicado en el sector cárnico de carnes frías (embutidos o carnes procesadas), sin que se afecten las condiciones económicas de una manera significativa, tanto en grandes como pequeñas empresas.

Esta identificación se hará teniendo en cuenta las condiciones actuales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, los costos asociados a la adquisición de nuevas tecnologías y la viabilidad técnica en los sistemas de tratamiento de agua residual para alcanzar los límites propuestos.

1. DEFINICIONES

Afluente. Agua residual que llega a una planta de tratamiento o a un proceso unitario de tratamiento. Se refiere a las aguas que ingresan al tratamiento preliminar o a la primera unidad de tratamiento.

Aguas residuales domésticas. Son las aguas que derivan principalmente de viviendas, edificios de oficinas, centros educativos, instituciones y similares.

Aguas residuales industriales. Son las aguas que derivan principalmente de efluentes de establecimientos comerciales e industriales.

Carga contaminante. Es el producto de la concentración másica promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio; en un vertimiento se expresa en kilogramos por día (Kg/d).

Concentración de una sustancia. Elemento o compuesto en un líquido. La relación existente entre su masa y el volumen del líquido que lo contiene.

Cuerpo de agua. Sistema de origen natural o artificial, localizado sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físico-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento.

Cuerpo receptor. Cualquier manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, pantano o mar donde se vierten las aguas residuales.

Efluente. Agua residual tratada, total o parcialmente, que fluye desde una planta de tratamiento, un depósito o un estanque.

Parámetro. Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico.

Pretratamiento. Es el tratamiento que permite la eliminación de los sólidos en suspensión, objetos voluminosos y abrasivos; de esta manera se puede aumentar la efectividad de los tratamientos posteriores.

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.

Sistema de tratamiento. Es el conjunto de procesos físicos, químicos o biológicos que se realizan con la finalidad de mejorar la calidad del agua residual.

Tratamiento primario. Es aquel que permite la eliminación de una cantidad sustancial de materia en suspensión, pero de muy poca o de ninguna cantidad de materia coloidal o disuelta.

Tratamiento secundario. El principal objetivo es remover la materia orgánica soluble y cantidades adicionales de sólidos suspendidos que se escapan del tratamiento primario.

Tratamiento terciario. Cualquier proceso físico, químico o biológico utilizado para conseguir un grado de tratamiento superior al obtenido mediante un tratamiento secundario.

Valor límite de vertimiento. Cantidad o concentración de un contaminante o grupo contaminantes cuyo valor no debe superarse por el vertido o descarga, dentro de uno o varios períodos determinados.

Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

El sector industrial incluye todos los procesos y actividades que tienen como finalidad la transformación de las materias primas en productos elaborados. Existen diferentes tipos de industrias, según los productos que fabrican y el sector en el que se desarrollen. Para su funcionamiento, la industria necesita materias primas, maquinaria, mano de obra y equipos para transformarlas.

2. IDENTIFICACIÓN DEL SECTOR CÁRNICO

2.1 SUBSECTORES DEL SECTOR CÁRNICO

El sector industrial en Colombia incluye grupos de empresas en su mayoría dedicadas a la producción de alimentos, los cuales ayudan a la evolución económica de forma similar a la del resto del mundo. El país se ha convertido en un centro de producción y distribución, en algunos casos con exportaciones para mercados internacionales, a pesar de las grandes crisis económicas. Según el aporte industrial, los de mayor importancia son la industria alimenticia, las bebidas, los textiles y la industria química, entre otros.

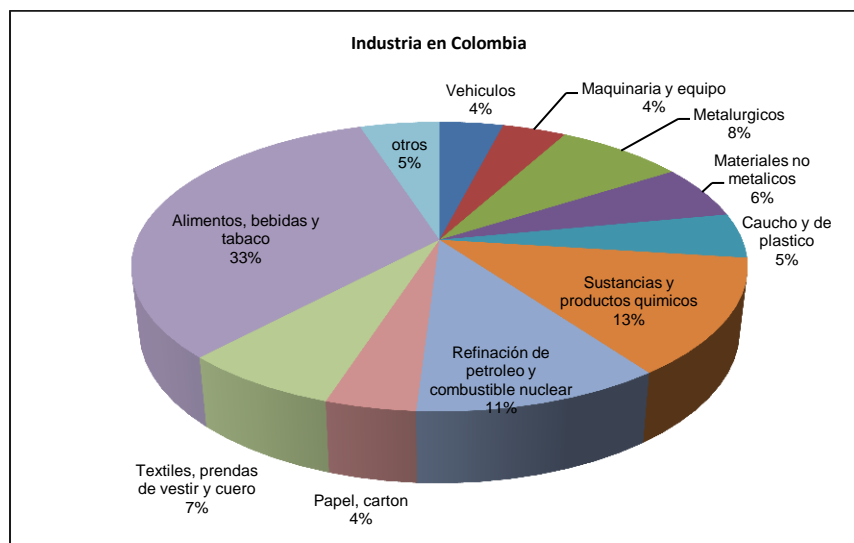
Existe dentro de la industria de alimentos un sector cárnico, el cual inicia su cadena productiva con la cría y engorde del ganado vacuno, el ganado porcino, las aves de corral y especies menores (ganado ovino, caprino y conejos); continúa con el transporte, sacrificio, corte, congelación y comercialización de estos para la producción de carnes, donde, a la vez, se generan subproductos como grasas, sebos y sangre, y termina con la elaboración de productos como carnes embutidas, arregladas y frías.

2.2 SECTOR CÁRNICO A ANALIZAR

Como se mencionó anteriormente, en el sector cárnico se puede distinguir tres tipos de actividades principales: el sacrificio de los animales en mataderos, el deshuese y porcionado de las canales, y la elaboración de productos de carnes frías (embutidos) en plantas de producción. Este último es el seleccionado para el análisis de eficacia de la normativa de vertimientos a fuentes de agua natural, por sus características y variedad en las condiciones de operación.

2.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL SECTOR EN COLOMBIA

Grafica 1. Desarrollo económico de la industria en Colombia



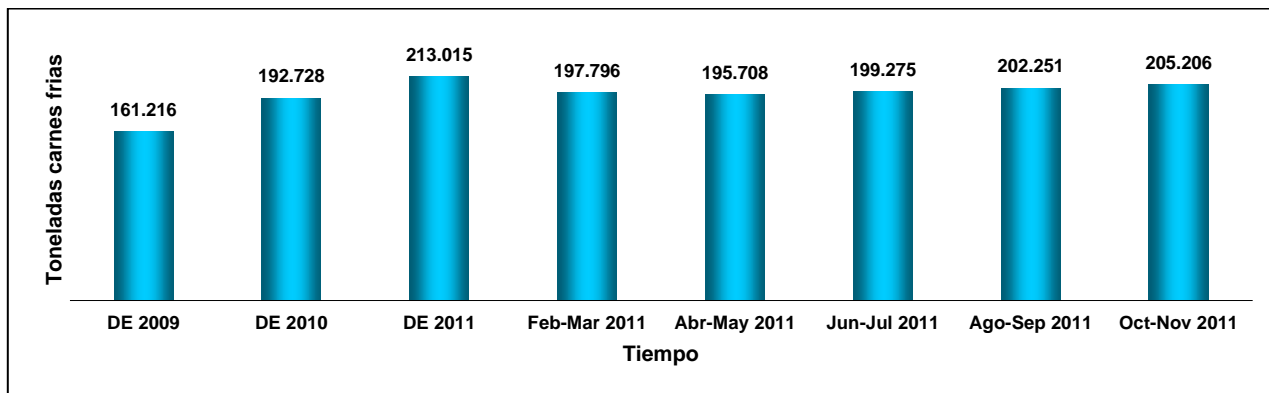
Fuente: DANE -Encuesta Anual Manufacturera

Según últimas cifras del DANE (Encuesta Anual Manufacturera) las industrias de alimentos, bebidas y tabaco contribuyeron con el 33% del total de la producción industrial del país. Esta industria está constituida por el desarrollo económico de diferentes productos: lácteos, bebidas alcohólicas, molinería, aceites y grasas, alimentos para animales, bebidas no alcohólicas, azúcares y mieles, productos del

café y derivados, chocolate y confitería, pescado y derivados, legumbres y hortalizas, almidón y derivados, **carnes y derivados**. Este último, motivo de estudio de este artículo, representa en el sector del alimentos y bebidas un **12%** en la producción de los subsectores, según encuesta manufacturera del DANE; en consecuencia, contribuye de manera significativa al fortalecimiento de esta industria del país, y aumenta su importancia, por los altos índices de crecimiento no solo en el ámbito nacional sino también en el internacional, pues la carne colombiana es reconocida por su calidad y por los procesos de modernización de los últimos años. En efecto, la industria cárnica ha venido desarrollando en los últimos años modernas técnicas de desposte y empaçado al vacío, y ha venido implementando un mayor control en la calidad, acorde con las exigencias del mercado

En especial, el subsector analizado de carnes frías en los últimos años evidencia un crecimiento en la participación en el mercado, liderado por grandes empresas que a través del tiempo han generado confiabilidad en sus consumidores, como se observa en la gráfica 2:

Gráfica 2. Crecimiento de carnes frías en el mercado

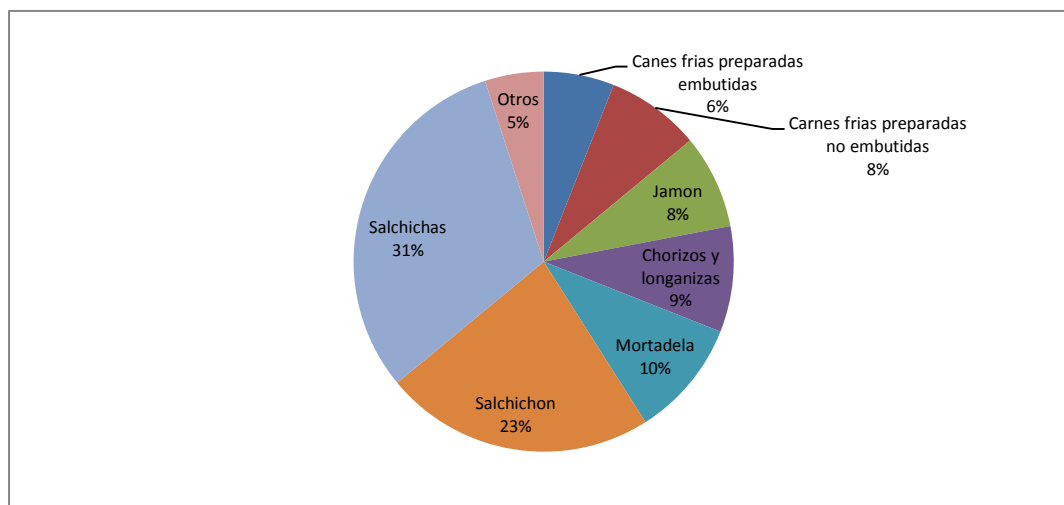


Fuente: Estudios de desarrollo económico

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR CÁRNICO

La necesidad de ampliar la vida útil de la carne ha permitido desarrollar diversos procesos como la cocción, el ahumado y el enfriamiento para la conservación de la carne, a partir de ello se ha generado una diversificación de productos. Entre esos productos están: las salchichas, el jamón, el salchichón, la mortadela, entre otros, con una variación de su producción acorde con la demanda del mercado, como se observa en la grafica 3:

Grafica 3. Principales productos elaborados en Carnes frías



Fuente: ANDI, Cámara de Alimentos. 2009

En Colombia existen diferentes empresas dedicadas a la elaboración y comercialización de productos de carnes frías (embutidos); entre las principales se encuentran:

Comestibles DAN. En su propuesta de valor confía en que su condición de empresa pequeña les a los clientes la sensación de que hay un producto menos industrial. Tiene claramente la condición de seguidor y, adicionalmente, produce marcas para terceros. Radio de acción en la región: Antioquia.

Friko. Hace parte del Grupo Contegral; es la compañía con mayor dinámica de crecimiento en los últimos años y es una de las prioridades estratégicas del grupo. Es fuerte en la producción de productos de pollo (crudo) y carnes frías procesadas de esta materia prima. Con su marca Lorenzano participa en el segmento de carnes procesadas de cerdo. Su presencia principalmente es en Antioquia.

Colanta. Su gran apuesta: crecer en capacidad en el negocio cárnico. Presencia focalizada en la región Antioquia. Es el principal exportador de productos lácteos en Colombia, y ocupa el tercer lugar en Latinoamérica, después de Argentina y Uruguay.

Carrefour y Éxito. Las grandes cadenas han realizado una importante apuesta en el desarrollo de sus marcas propias. En el segmento de carnes frías, han ganado participación con estrategia de precios.

Zenú, Rica, Suizo y Cunit. Son unas de las principales marcas del mercado colombiano, y hacen parte de las empresas del Negocio Cárnico del Grupo Nutresa, con una representación en el mercado de carnes frías (embutidos) del 72%; sus plantas de producción se encuentran ubicadas en Bogotá, Barranquilla, Medellín y Cali.

3. NORMATIVA

3.1 NORMATIVA NACIONAL

Hace muchos años en Colombia se legisla el vertimiento a cuerpos de agua natural, en base al Decreto 1594 de 1984 establecido por el Ministerio de Agricultura, en el cual se definieron elementos técnicos y jurídicos de control, que permitieran la reducción y minimización de los problemas derivados de la distribución y uso del recurso hídrico. Este Decreto determina límites de

vertimientos a cuerpos de agua natural en su artículo 71, donde sus valores están definidos en forma general para todos los sectores, relacionados en carga contaminante (kg/d) y eficiencia de remoción del sistema de tratamiento representado en porcentaje; como se ve en la Tabla 1.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, en su clara vocación preventiva y de protección del medio ambiente, promueve la implementación de nuevas normas, una de ellas es el Decreto 3930 de 2010 el cual ya se encuentra en vigencia, derogando parcialmente el Decreto 1594 de 1984, así como también se viene desarrollando un proyecto de Resolución que pretende establecer los nuevos valores límites permisibles de los parámetros en vertimientos puntuales a sistemas de alcantarillado público y a cuerpos de aguas naturales, generados por actividades industriales, comerciales o de servicio.

Esta propuesta de Resolución en su cuarta versión publicada, incorpora los elementos fundamentales jurídicos y técnicos; buscando regular las descargas de agua por cada sector manufacturero, estableciendo límites en concentración de los contaminantes (mg/l) para cada sector productivo de acuerdo al CIIU. En la tabla 2 se presentan los valores límites de vertimiento en concentración de contaminantes para el sector cárnico.

Tabla 1. Límites de vertimientos Decreto 1594 de 1984

Parámetro	Unidad	Exigencia de la norma
pH	U de pH	Entre 5,0 y 9,0
Temperatura	°C	≤40
DBO ₅	% Remoción	≥80%
Sólidos suspendidos totales	% Remoción	≥80%
Grasas y/o aceites	% Remoción	≥80%

Fuente: Colombia. Ministerio de Agricultura. Decreto 1594 de 1984, Art 72

Tabla 2. Límites de vertimiento proyecto de resolución

Parámetro	Unidad	Exigencia de la norma Cuerpo de agua superficial
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	300,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	200,0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,0
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	2,0
Material Flotante	mg/L	0,5
Grasas y aceites	mg/l	50

Fuente: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Proyecto norma de vertimientos Versión 4

3.2 NORMATIVA INTERNACIONAL

A escala internacional existen países como España, Brasil y Estados Unidos, con límites de vertimientos por sectores, basados en condiciones realmente cumplibles. España y Brasil definen los límites de los parámetros de descarga en concentración de contaminantes (mg/l) en forma diferente a los Estados Unidos que incorpora además del parámetro de descarga las toneladas producidas de cada industria, para generar un índice de control ambiental del vertimiento (kg/ton), como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Límites de vertimiento internacional

Fuente	País	Sector	DQO	DBO	SST	G&A
IFC, Banco Mundial		Food and beverage processing, meat and dairy manufacturing	250 mg/l	50 mg/l	50 mg/l	10 mg/l
Manual para la gestión de vertidos pp. 136	España	Elaboración productos cárnicos	230 mg/l	120 mg/l	70	
Brasil "U. Andes"	Brasil	Alimentos	400 mg/l	150 mg/l		
40 CFR 432 Supart G	USA	Embutidos	No aplica	0,28 kg/ton	0,34 kg/ton	0,1 kg/ton
40 CFR 432 Supart H	USA	Procesadores Jamón	No aplica	0,31 kg/ton	0,37 kg/ton	0,11 kg/ton
40 CFR 432 Supart I	USA	Cárnicos en Conservas	No aplica	0,37 kg/ton	0,45 kg/ton	0,13 kg/ton

4. IMPACTOS AMBIENTALES POR VERTIMIENTOS DEL SECTOR CÁRNICO DE EMBUTIDOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para identificar los impactos ambientales generados por los vertimientos es conveniente conocer los principales procesos que componen el sector cárnico de carnes frías (embutidos); sin embargo, es importante aclarar que se presentará en una forma general, ya que cada planta de producción varía según el tipo de producto elaborado y su tecnología aplicada, así como también las operación y en la condiciones del vertimiento.

Las primeras etapas corresponden al alistamiento de la materia prima cárnica como res, cerdo, pollo o pavo: se realiza una evaluación de la materia prima para validar que cumpla con las características de cada tipo de embutido según formulación (grasas, especie); posteriormente se genera la molienda y mezcla de cada unos de los condimentos adicionales dándole el sabor característico, para, una vez procesada la masa, embutirla en tripas, envases o en latas; el producto final es sometido a una etapa de cocción para mejorar la conservación, mediante un tratamiento térmico con ahumaderos o autoclaves, sometiéndolo a temperaturas altas y luego a un choque térmico con frío para garantizar la inocuidad del producto final.

Molienda: fraccionamiento de recursos cárnicos o no cárnicos.

Mezclado: resultado de juntar recursos cárnicos y no cárnicos según las cantidades de una fórmula.

Embutido: acción de introducir a presión la masa cruda de un producto en la tripa que le dará forma y/o protección.

Proceso térmico: los embutidos crudos pasan por un proceso de ahumado y cocción, que deja el producto apto para consumo.

Empaque: etapa donde el producto elaborado y apto para consumo humano es tajado y empacado para asegurar su conservación.

Distribución: los productos son transportados en vehículos refrigerados o de congelación, asegurando la conservación de la cadena de frío.

Existen procesos de apoyo o complementario como lo son: la limpieza y desinfección de equipos, generación de vapor, entre otros, que son indispensable para el funcionamiento de la plantas procesadoras de productos cárnicos.

4.2 ZONA DE GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL

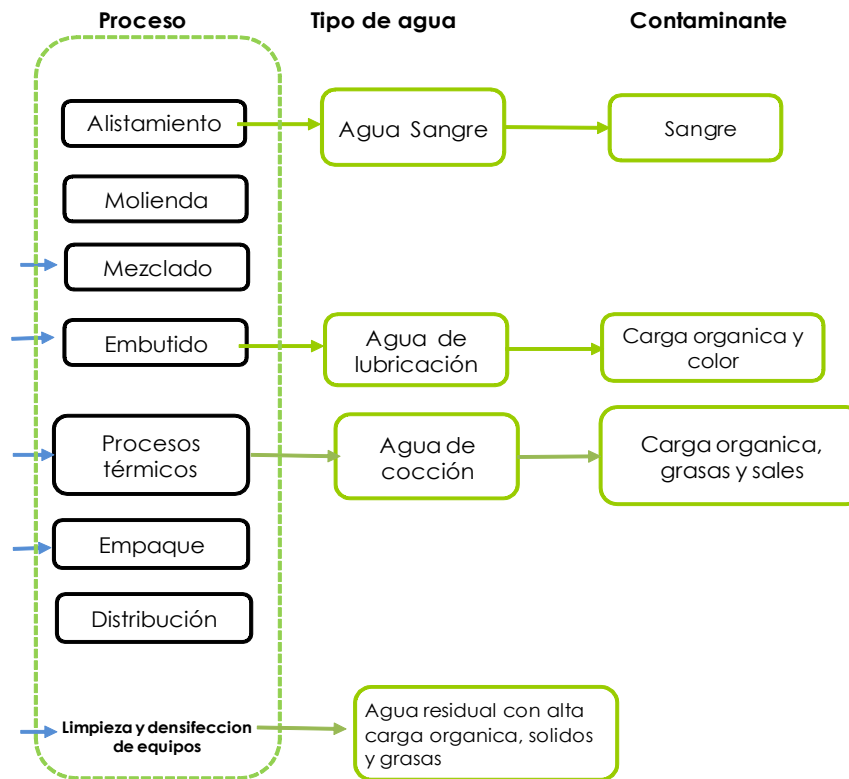
Desde el punto de vista de fuentes de generación, las aguas residuales en el sector cárnico pueden definirse como una combinación de líquidos con sólidos orgánicos asociada principalmente a los procesos térmicos, y de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones.

Es importante resaltar que la limpieza y la desinfección de equipos e instalaciones en una industria cárnica son exigentes y permanentes, como una medida de control de calidad para garantizar la no contaminación del producto; por ello son unas de las principales fuentes generadoras.

Los procesos térmicos están constituidos por un enfriamiento directo o indirecto con agua del producto, lo cual implica unas condiciones de temperatura de salida del producto para garantizar las condiciones de calidad; a continuación, en la gráfica 4 se muestra los principales subprocesos que componen un proceso de

carnes frías, las fuentes generadoras de agua residual, y las características del agua.

Gráfica 4. Diagrama de flujo, proceso y fuente generadora de agua residual



4.3 BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES DEL SECTOR CÁRNICO

En las diferentes instalaciones del sector cárnico de carnes frías (embutidos) existen diferentes características de aguas residuales y dependen, entre otras cosas, del grado de optimización del consumo de agua, de los equipos y tecnologías utilizadas en ciertas operaciones con alto consumo (escaldado con inmersión o por duchas en mataderos, cocción con vapor o por inmersión en plantas de elaborados, por ejemplo), y la metodología de limpieza y productos

químicos empleados. La etapa de limpieza es la más crítica, ya que por ser un sector de alimentos como se ha mencionado anteriormente requiere de niveles de limpieza y desinfección exigentes y continuas. Por esa razón, una de las buenas prácticas, más utilizada y eficaz en este tipo de industria, para minimizar el impacto ambiental por contaminación de agua de los vertimientos es la limpieza en seco que consiste en que todos los restos cárnicos que hayan podido quedar en la maquinaria, zonas de trabajo o suelo sean retirados mediante escobas, aspiradoras o espumas, sin utilizar agua como mecanismo de ayuda; de esta manera el consumo de agua es bajo y la cantidad de material orgánico arrastrado por el vertimiento es menor.

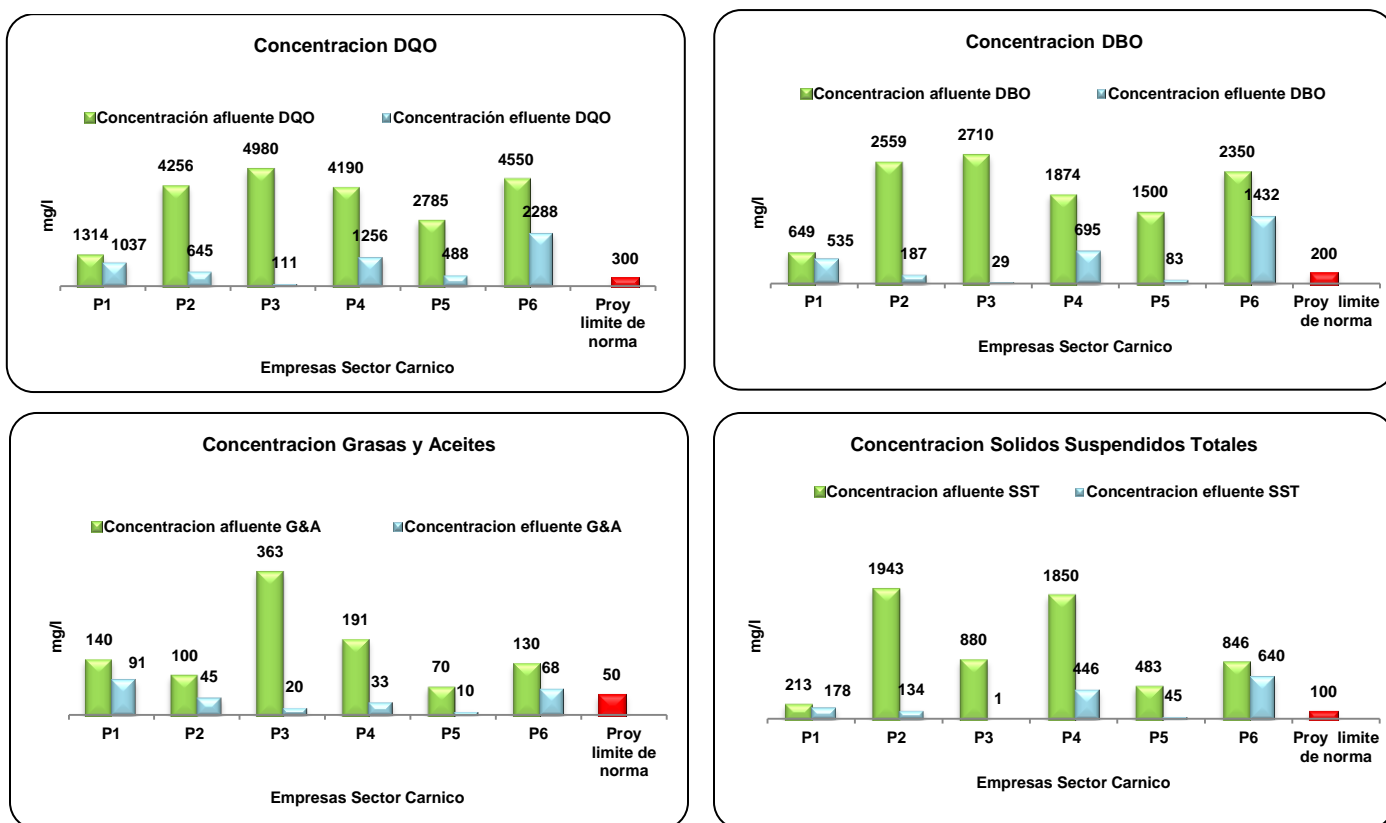
5. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales provenientes de las actividades de producción y el lavado de equipos, se caracterizan por contener materia orgánica, detergentes, sólidos disueltos o en suspensión de las masas cárnicas y material graso, todos estos residuos aportan a la concentración de los parámetros de contaminación, tales como sólidos, grasas y aceites, demanda biológica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y pH variable, entre otros.

Analizando datos de varias empresas del sector cárnico específicamente en producción de carnes frías (embutidos), se pudo corroborar la alta variación que se tiene en los valores de los parámetros a cumplir para las descargas de los procesos, los cuales dependen de las tecnologías utilizadas, las toneladas producidas, el tipo de producto elaborado, las materias primas e insumos utilizados, entre muchas otras variables, que cuando se unen en una sola descarga generan un tipo de agua propia del proceso. En la gráfica 5 Se presentan para 6 empresas del sector datos de las concentraciones de cada parámetro general de vertimiento, tanto en el afluente como en el efluente de los sistemas de tratamiento existente; donde se evidencia que el proyecto Resolución

de límite de vertimiento en algunos parámetros puede significar para algunas empresas de este sector, que se encuentran por encima de dicho límite, inversiones en sistemas de tratamiento de agua residual complementarios, con remociones mayores al 80% o 85%.

Gráfica 5. Parámetros de vertimiento de agua residual



Fuente: Muestras de agua residual de empresas sector cárnico de 2011.

6. VIABILIDAD DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DEL SECTOR CÁRNICO

No existe un sistema de depuración estándar aplicable a la industria cárnica y, como se ha mostrado anteriormente, las aguas residuales tienen variación en su descarga dependiendo del tipo de proceso, las referencias de productos, la

tecnología utilizada, la cantidad producida, las buenas prácticas aplicadas, entre otros factores que afectan las características del agua de descarga y, a su vez, pueden variar los componentes de los sistemas de tratamiento. El sector cárnico, en especial el de embutidos, se caracteriza por tener unas aguas con alta cantidad de materia orgánica y grasas, lo que ha implicado en muchas ocasiones, instalar sistemas primarios como: cribados, trampas de grasas, tanques homogeneizadores, celdas de flotación con aire disuelto, controles de pH; adicionalmente, tratamiento secundario como sistemas aerobios y/o anaerobios, y en muy pocos casos un tratamiento terciario el cual implica un pulimiento mayor. Es así que en este ítem se evaluaron los costos de inversión y operación de tecnologías de tratamiento secundario y terciario, que a corto plazo deberán implementar grandes, medianas y pequeñas empresas del sector cárnico por igual.

Se evaluaron las condiciones técnicas y económicas de unas empresas del sector cárnico de embutidos, con una característica de agua en condiciones promedio de un vertimiento de agua residual, para un caudal de 350 m³/d, DQO = 4500 mg/l , DBO 2000 mg/l, Grasas y aceites 200-500 mg/l.

Para conseguir los resultados de los parámetros propuestos en el proyecto de Resolución de límites de vertimiento, se requiere de aplicar las mejores técnicas disponibles para cada parámetro específico.

Remoción de Grasas y aceites, G&A y SS: Se realiza mediante la aplicación de tratamientos físicos y fisicoquímicos. El mas empleado en el sector cárnico es la flotación por aire disuelto, DAF, este se puede aplicar con adición de coagulantes y floculantes o sin aplicar productos químicos, La decisión de adicionar o no productos químicos, depende básicamente del valor a objetivo de grasas y aceites. Obviamente el costo de operación es mucho mayor cuando se empelan químicos, adicionalmente se generan mas lodos, los cuales hay que deshidratar

empleando centrífugos o tornillos prensa, de ahí que los costos de inversión también están afectados por esta decisión. En la tabla 4 se presentan los rangos de valores para costos de operación e inversión se puede deducir el mayor impacto económico para conseguir un valor objetivo menor.

Tabla 4. Costos asociados a equipos de tratamiento para eliminación de G&A y SS

Equipos	G&A efluente menor a 120 mg/l		G&A efluente menor a 50 mg/l	
	Costos operación \$/m3	Costos Inversión Millones de \$	Costos operación \$/m3	Costos Inversión Millones de \$
DAF	600-1000	120-150	2500-3500	180-240
Equipos deshidratación de lodos	Incluidos en el precio del DAF	70-90	Incluidos en el precio del DAF	110-140

Fuente: Asesora experta en diseño en sistemas de tratamiento de agua residual

Remoción de carga orgánica, DBO y DQO: Las mejores técnicas disponibles para remoción de material orgánico en este tipo de aguas residuales son los tratamientos biológicos anaerobios y aerobios. Estos sistemas se dimensionan basados en la carga a remover, en el análisis realizado para los 350 m3/d la diferencia en Kg a remover es de un 30% para valore de DBO en el efluente de 600 mg/l o 200 mg/l , y por ende los costos de inversión serán mayores entre menor sea la concentración objetivo. En la tabla 5 se presentan estos valores. Como puede verse hay un impacto en la inversión por tener un menor valor a conseguir en la calidad del efluente.

Tabla 5. Costos de inversión tratamiento para eliminación de DBO y DQO

Tratamiento	DBO efluente menor 600 mg/l	DBO efluente menor 200 mg/l
Inversión Millones de \$ sistemas aerobios	250-320	380-450
Inversión sistemas anaerobios + aerobio	350-420	450-500

Fuente: Asesora experta en diseño en sistemas de tratamiento de agua residual

7. PROPUESTA DE NORMATIVA

Sabiendo que es fundamental establecer cualquier cambio legal, incorporando el desarrollo sostenible que involucra tres aspectos: social, económico y ecológico, este proyecto de Resolución de límites de vertimientos también debería buscar la armonía entre los tres aspectos, teniendo en cuenta no solo los impactos ambientales que se quieren mitigar sino también los impactos negativos que se pueden generar en la industria y que afectan el potencial crecimiento económico.

Desde mi punto de vista debe ser una norma cumplible y en muchas ocasiones es necesario involucrar la gradualidad en el cumplimiento (2 a 10 años), de tal manera que permita a las empresas ir presupuestando a corto y largo plazo sus inversiones en mejoramientos ambientales. Pero igualmente pienso que se deberían definir límites como lo realizan otros países, entre ellos Estados Unidos, donde definen un indicador ambientalmente eficaz como lo es kilogramo de contaminante por toneladas producidas, garantizando la minimización de los impactos ambientales negativos por descargas de vertimientos a cuerpos de agua natural, como también contribuye a la no afectación en el desarrollo de las mejoras ambientales en recirculación o reuso de agua, debido a que cuando se definen normas en concentración de contaminantes, limita la implementación de propuestas para minimizar el consumo de agua en el proceso, ya que al disminuir

el consumo de agua se aumenta la concentración del contaminante en la aguas residuales de los vertimientos.

Analizando las empresas evaluadas del sector cárnico, bajo el indicador de kg de contaminante por tonelada producida se identificó un rango muy variable que podría ser por el sistema de tratamiento de agua utilizado, sin embargo los resultados podrían concordar con los límites internacionales de la EPA, ya que son alcanzables, ambientalmente eficaz, económicamente viable para grandes y medianas empresas. Como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6. Índice Ambiental de Vertimiento a Cuerpo de Agua Natural

Parámetros	Unidades	Empresas Sector Cárnico	Límites Internacionales Estados Unidos
DQO	Kg/ton	1,38 – 6,10	No aplica
SST	Kg/ton	0,02-0,63	0,34
DBO	Kg/ton	0,11-1,25	0,28
Grasas y Aceites	Kg/Ton	0,10-0,29	0,1

CONCLUSIONES

- Es indispensable determinar los valores límite de un vertimiento teniendo en cuenta las tecnologías disponibles para los sistemas de tratamiento de agua residual y los impactos ambientales del vertimiento al receptor; en caso de no utilizar ambos mecanismos podría ser el proyecto de Resolución de límite de vertimiento una norma muy rigurosa por lo tanto, podría ser poco cumplible por la mayoría de empresas.
- Se requiere hacer claridad al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que si bien se busca garantizar la protección del medioambiente, en este caso particular, deben fijar normas de vertimiento que sean racionalmente cumplibles técnica y económicamente viables.
- Definir indicadores de descarga que sean ambientalmente eficaces, que permita establecer límites que consideren además de la cantidad de contaminante, el desarrollo económico de la industria en cada uno de los sectores productivos. En este orden de ideas la propuesta debería fijar una norma de límites de vertimiento a cuerpos de agua natural en kilogramos contaminante/toneladas producidas, para lo cual se podrían tomar los valores de la EPA como referencia.
- Es importante considerar tiempos a mediano y largo plazo para poder dar cumplimiento a la norma, ya que los sistemas de tratamiento de agua residual pueden requerir ajustes, modificaciones y, en algunos casos construcciones de sistemas nuevos, para lo cual se requiere un tiempo prudencial, ya que regularmente implica altas inversiones para las cuales las empresas pueden no estar preparadas.

REFERENCIA

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura. Decreto 1594 de 1984, Art 72

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura. Uso de agua y residuos líquidos, Decreto 1594 de 1984

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Proyecto norma de vertimientos. Versión 4.

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Uso de agua y residuos líquidos, Decreto 3930 de 2010.

EPA. Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (40 CFR 432). 2002 <http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=76&Tipo=2>

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cárnico. 2005

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente. Manual para la gestión de vertidos. 2007
GARCÍA, Luis Antonio. AGUAS RESIDUALES: PROBLEMÁTICA Y NECESIDAD PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE. Revista virtualpro. ISSN 1900-6241 N° 86 Marzo 2009.

<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/producciones%20mas%20limpias%20en%20la%20carnica/25.pdf>

http://mapatecnologico.umng.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=91

<http://www.prtres.es/data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Sector%20C%C3%A1rnico-833049BFA1FFFDDE.pdf>

TOVAR, Alejandro. Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos. 2003.