



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO

Ariel Fernando Max Moya

Asesorado por el Ing. Juan Manolo Valdez Morán

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE
PESO DE POLLO BENEFICIADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ARIEL FERNANDO MAX MOYA

ASESORADO POR EL ING. JUAN MANOLO VALDEZ MORÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 29 de noviembre de 2010.

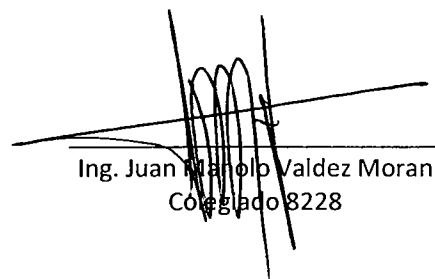


Ariel Fernando Max Moya

Guatemala 25 de abril 2011

A: Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Facultad de Ingeniería
Escuela de mecánica industrial

Por este medio hago constar que he asesorado y aprobado el trabajo de graduación del estudiante Ariel Fernando Max Moya que se identifica con el numero de carné: 2005-16065 el cual lleva por titulo: MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO para lo cual extiendo la presente, para que se le de seguimiento al trabajo de graduación.



Ing. Juan Manolo Valdez Moran
Colegado 8228

JUAN MANOLO VALDEZ MORÁN
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
COL. 8228



REF.REV.EMI.092.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO**, presentado por el estudiante universitario **Ariel Fernando Max Moya**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

DIOS Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO**, presentado por el estudiante universitario **Ariel Fernando Max Moya**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2011.

/mgp



DTG. 295.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MONTAJE DE BÁSCULA DINÁMICA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PESO DE POLLO BENEFICIADO**, presentado por el estudiante universitario **Ariel Fernando Max Moya**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 19 de agosto de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Como guía para la obtención de este triunfo en mi vida.
Mis padres	Por el apoyo incondicional, consejos y esfuerzos hechos para el logro de mi objetivo profesional.
Mis hermanos	Por el apoyo, motivación y ejemplo de lucha en la vida.
Mi novia	Por el amor, comprensión, confianza y apoyo recibidos de su parte.
Mis amigos	Por la ayuda brindada en los momentos más difíciles.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1. Situación actual de la empresa	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Localización.....	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Valores	3
1.1.6. Estructura Organizacional	4
1.1.7. Productos a disposición del consumidor	5
2. CONCEPTOS GENERALES.....	9
2.1. Avicultura en Guatemala	9
2.2. Definición de pollo beneficiado	13
2.3. Índices de productividad.....	18
2.4. Definición de básculas dinámicas	22
2.5. Utilización de las básculas	22
2.6. Tipos de básculas dinámicas	23
2.6.1. Báscula dinámica en banda.....	23
2.6.2. Báscula dinámica aérea	24

2.7.	Partes de las que se componen las básculas dinámicas	24
2.7.1.	Partes mecánicas.....	24
2.7.2.	Partes eléctricas.....	25
2.8.	Descripción del funcionamiento de una báscula dinámica.....	26
2.9.	Calibración	27
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL	29
3.1.	Descripción del sistema de pesaje actual	29
3.1.1.	Productividad	29
3.1.2.	Tolerancia	30
3.1.3.	Repesado.....	30
3.2.	Importancia de un sistema de pesaje eficiente	30
3.2.1.	Intervalos de aceptación de peso.....	31
3.2.2.	Porcentaje de error con el sistema actual	31
3.3.	Desventajas del sistema actual.....	31
3.3.1.	Menor captura	31
3.3.2.	Mayor repesado	32
3.4.	Riesgos que se corren con el sistema actual.....	32
4.	BÁSCULA A INSTALAR	33
4.1.	Descripción del sistema de pesaje mejorado.....	33
4.1.1.	Báscula aérea	33
4.1.2.	Operación del sistema.....	33
4.1.3.	Mejoras que se obtienen.....	34
4.1.4.	Tolerancia	34
4.1.5.	Repesado.....	34
4.2.	Acciones que se deben seguir si el sistema llega a fallar	35
4.2.1.	Diagnóstico del departamento de mantenimiento ...	35
4.2.2.	Cambio a pesaje manual.....	36

4.3.	Tipos de problemas que se pueden dar durante la operación de la báscula	36
4.3.1.	Problemas mecánicos	36
4.3.2.	Problemas eléctricos	37
4.4.	Justificación económica.....	39
4.4.1.	Inversión inicial	40
4.4.2.	Período de recuperación de la inversión	42
5.	MONTAJE DEL SISTEMA	43
5.1.	Instalaciones previas al montaje	43
5.1.1.	Cableado eléctrico	44
5.1.2.	Cilindros neumáticos	44
5.1.3.	Cableado de red	45
5.1.4.	Estructura portante	45
5.2.	Instalación	46
5.2.1.	Desmontaje del sistema actual.....	46
5.2.2.	Equipo y herramientas a utilizar	47
5.2.3.	Montaje del sistema nuevo.....	48
5.3.	Pruebas técnicas.....	51
5.3.1.	Cilindros.....	52
5.3.2.	Comunicación entre báscula y P.C.....	52
5.3.3.	Calibración.....	52
5.4.	Mantenimiento preventivo del sistema	53
5.4.1.	Sistema eléctrico	53
5.4.2.	Sistema mecánico	53
5.5.	Programación de todos los servicios y reparaciones del sistema.....	53
5.5.1.	Tareas críticas	54
5.5.2.	Rutinas	54

5.6.	Verificación del mantenimiento preventivo	56
5.6.1.	<i>Check list</i>	56
5.6.2.	Órdenes de trabajo.....	56
5.7.	Inventario de repuestos.....	57
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	59
6.1.	Aguas residuales.....	59
6.2.	Definiciones que deben manejarse sobre aguas residuales	62
6.3.	Reglamento de descarga de aguas residuales	68
6.4.	Inicio del problema	70
6.5.	Problemas que ocasiona el mal manejo del agua.....	71
6.5.1.	D.B.O	72
6.5.2.	D.Q.O	73
6.6.	Beneficios que genera la reducción de impurezas en el agua.....	73
6.7.	Parámetros con los que se debe cumplir según el reglamento	76
6.8.	Tipos de tratamientos de agua.....	78
6.8.1.	Tratamiento convencional	79
6.8.2.	Tratamiento especial	82
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	87
	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la estructura organizacional	4
2.	Cronograma de actividades	43
3.	Esquema de un cilindro neumático	44
4.	Perfil I.....	45
5.	Tren de pesaje	49
6.	Sensor	50
7.	Esquema de electroválvula	51

TABLAS

I.	Descripción de parámetros proceso actual.....	32
II.	Descripción de parámetros proceso mejorado	35
III.	Descripción de costos durante la instalación	41
IV.	Descripción de ahorro después de la instalación.....	42
V.	DBO etapas uno y dos.....	75
VI.	DBO etapas tres y cuatro	76

GLOSARIO

Afluente	Agua captada por un ente generador.
Alcantarillado pluvial	Conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.
Celda de carga	Transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica.
Coliformes fecales	Parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.
Cuerpo receptor	Embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

Demanda bioquímica de oxígeno

Medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

Demanda química de oxígeno

Medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

Efluente de aguas residuales

Aguas residuales descargadas por un ente generador.

Electroválvula

Válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

Estero

Zona del litoral que se inunda durante la pleamar. Puede ser tanto arenoso como rocoso y en ocasiones alcanza gran amplitud, tanto mayor cuanto más leve sea la pendiente y más notorias las mareas. Con frecuencia tiene un amplio desarrollo en las desembocaduras fluviales.

Eutrofización

Proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

Humedal

Sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.

Sensor

Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas.

RESUMEN

Industria Avícola del Sur S.A. forma parte de Avícola Villalobos S.A., la cual es la empresa líder en el mercado de pollo beneficiado; esto se debe en buena parte a la calidad que presentan sus productos y a las normas que rigen los procesos desde la reproducción de aves hasta que el producto final es empacado y distribuido para su comercialización.

Cuando hablamos de pollo beneficiado nos referimos al pollo que ha sido sometido a un proceso en el cual se le han retirado o eliminado todas las partes no comestibles como las plumas, sangre y vísceras.

Las necesidades de los clientes varían dependiendo de la demanda que tengan en sus productos, es por ello que se tienen clientes con exigencias mayores que otros y clientes que tienen un porcentaje de aceptación de productos fuera de rango muy restringido.

Al comparar el sistema actual con el mejorado se encuentran varias mejoras y beneficios que a la larga aumentarán la confiabilidad, eficiencia y productividad del proceso.

Al llevar a cabo la instalación del sistema se deben visualizar las actividades que se van a realizar para anticipar cualquier tipo de requerimiento y así contar con los recursos necesarios, esto con el objetivo de evitar cualquier tipo de atraso en los trabajos posteriores.

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

OBJETIVOS

General

Montaje de una báscula dinámica para seleccionar el peso de pollo beneficiado y obtener mejoras en el proceso.

Específicos

1. Descripción del proceso de pesaje mejorado para optimizar los recursos.
2. Proponer acciones que se deben seguir en caso de que el sistema llegue a fallar.
3. Desarrollar un estudio que ayude a determinar los factores que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo el montaje de un equipo de este tipo.
4. Reducir costos de operación optimizando recursos y obteniendo mayor productividad en el pesaje de los productos
5. Obtener un sistema de pesaje más exacto para asegurarle a los clientes que el peso que requieran es el que se les entregará.
6. Desarrollar un programa de los pasos que se tienen que seguir para instalar un equipo de este tipo.

7. Medir los beneficios que se obtienen cuando se automatiza una parte del proceso productivo.

INTRODUCCIÓN

Industria Avícola del Sur busca constantemente mejoras continuas en su proceso de producción, esto genera en ocasiones proyectos en los cuales es necesario realizar alguna inversión, de los que se espera obtener beneficios significativos para justificar económicamente la inversión inicial. Es por ello que ha surgido la necesidad de mejorar el proceso en la parte del pesaje en línea para obtener resultados más exactos. El presente trabajo de graduación expone la parte técnica para llevar a cabo el montaje e instalación de todos los componentes con los que cuenta una báscula dinámica de última generación, con la cual se obtiene una captación de pesos más exacta, con una tolerancia menor y mayor eficiencia.

Las básculas dinámicas son de gran utilidad en los procesos, a pesar de tener un margen de error mayor a las básculas estáticas; este margen de error no es significativo en comparación a los beneficios que se obtienen de las básculas dinámicas, éstas aumentan considerablemente la productividad en el pesaje tomando en cuenta que en una industria globalizada se deben buscar mejoras continuas y actualizaciones en los procesos productivos, manteniendo un nivel de competitividad alto, se debe analizar si es factible cambiar el sistema actual por uno nuevo, el cual cuenta con un menor margen de error.

Este montaje se debe llevar a cabo por técnicos que laboran en la empresa y técnicos que proporciona el proveedor del sistema, se requiere estar informado tanto de los avances tecnológicos como de parámetros que en la actualidad se manejen y que sean reales, estos parámetros deben ser cuantificables para poder realizar una proyección en base al costo beneficio que se genera. Otro factor clave es el repesado que se evita, actualmente parte del proceso es repesar una parte de la producción para los clientes que son más exigentes y necesitan mayor exactitud en los pesos.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Situación actual de la empresa

Actualmente Avícola Villalobos, S.A. es la empresa líder en el mercado de pollo beneficiado, esto se debe en buena parte a la calidad que presentan sus productos y normas que rigen los procesos desde la reproducción de aves hasta que el producto final es empacado y distribuido para su comercialización, otra ventaja que hace de la empresa más competitiva y rentable a la vez, es que cuenta con maquinaria y equipo especializado de alta tecnología que ayuda a que la cantidad de recursos utilizados durante el proceso sea óptima, otra ventaja competitiva con la que cuenta es la certificación de inocuidad del producto, estas son normas que se siguen continuamente para asegurar tanto la calidad como la confiabilidad que tienen los consumidores con un producto que no les cause ningún daño.

1.1.1. Historia

Granja Villalobos, que después pasaría a llamarse Avícola Villalobos, fue fundada en 1964. En el año 1965 Granja Villalobos absorbió una pequeña operación de carne de pollo en Guatemala. Dicha operación avícola denominada Pollo Rey, fue a cambio de una deuda entre los dueños de la fábrica y los de la granja. Es así como nace la marca Pollo Rey en Guatemala. Posteriormente incursionan en 1972 en El Salvador, comenzando operaciones y comercializando productos avícolas bajo la marca Pollo Indio, luego en 1991 en el mercado hondureño y recientemente en el mercado costarricense ambos países utilizando la ya prestigiosa marca Pollo Rey.

Estas operaciones avícolas forman parte de la División Industrial Pecuaria (DIP) de la Corporación Multi-Inversiones. La división cuenta con granjas de crecimiento, postura y engorde, plantas de incubación y procesadoras, generando más de 14 000 empleos en la región.

A lo largo del tiempo, la imagen de Pollo Rey ha ido evolucionando, llegando este año a un cambio de la imagen alineada en Guatemala, Honduras y Costa Rica.

1.1.2. Localización

Actualmente Industria Avícola del Sur S.A. se encuentra ubicada en el Km. 93.5 Carretera al Cajón Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla.

1.1.3. Misión

“Somos la división industrial pecuaria de la Corporación Multi-inversiones, que con sinergia y vivencia de nuestros valores, opera con efectividad para la satisfacción de quienes pertenecemos a ella, de nuestros inversionistas y nuestros clientes.”

1.1.4. Visión

“Conseguir la sinergia de todas nuestras operaciones para consolidarnos y mantenernos como la división industrial pecuaria más grande y rentable en el mercado Mesoamericano y del Caribe.”

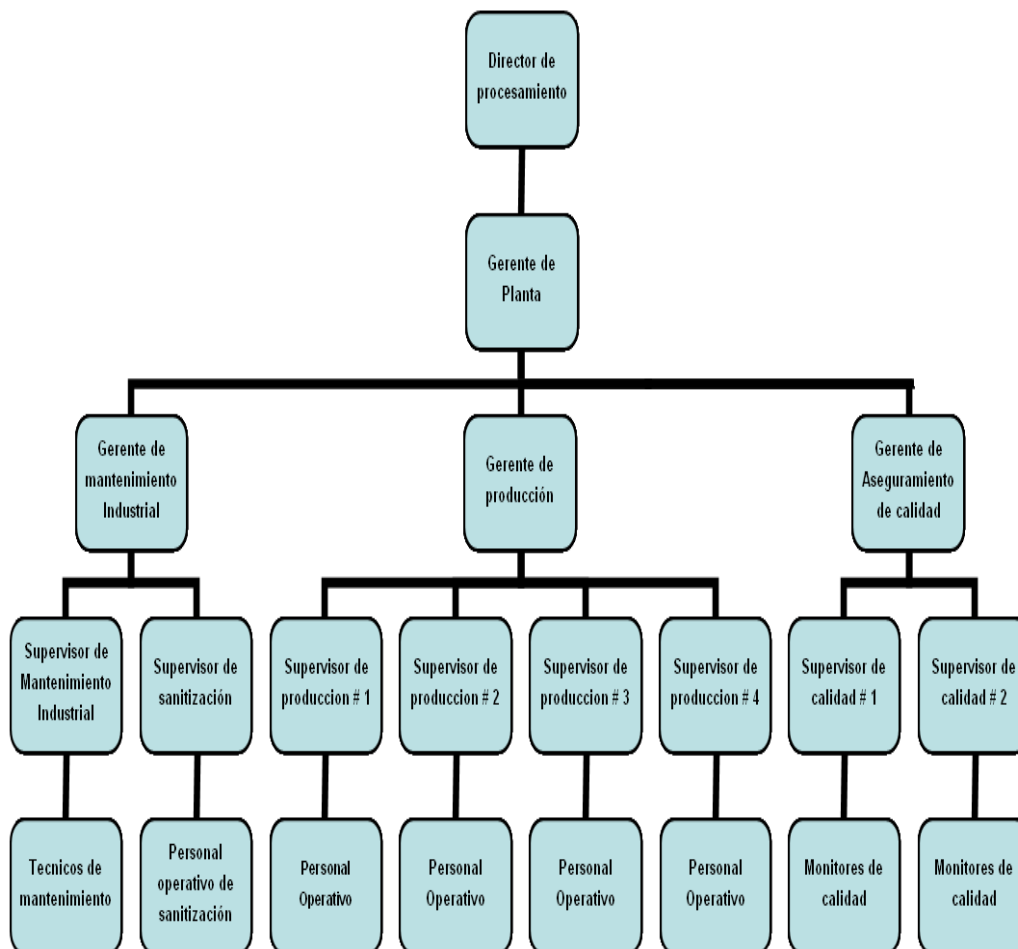
1.1.5. Valores

- “Humildad: conocemos y aceptamos nuestras debilidades y fortalezas, aceptamos a nuestras autoridades y servimos a los demás;
- Liderazgo: orientamos a los demás en lo que queremos hacer y lo hacemos juntos, somos siempre los mejores;
- Efectividad: siempre buscamos hacer las cosas de la mejor manera y a tiempo;
- Creatividad: creamos e innovamos productos y procesos exitosos;
- Compromiso: actuamos siempre de la mejor manera para lograr nuestros objetivos y los de la empresa;
- Integridad: actuamos con rectitud y cumplimos de forma correcta lo que prometemos;
- Lealtad: somos fieles a nuestras relaciones con las personas de la empresa y los objetivos de misma;
- Responsabilidad social: contribuimos con nuestra sociedad para su cuidado, crecimiento y desarrollo;
- Ética: cumplimos, respetamos y vivimos nuestros valores.”

1.1.6. Estructura organizacional

Los niveles jerárquicos de la empresa están distribuidos de la siguiente manera, cada ramal constituye un departamento que tiene asignadas varias tareas y responsabilidades.

Figura 1. Organigrama de la estructura organizacional



Fuente: elaboración propia.

1.1.7. Productos a disposición del consumidor

Son productos cárnicos para el consumo diario de cualquier persona, y varían las presentaciones dependiendo de las necesidades y gustos de los clientes.

Para comercializar el pollo se debe hablar de cortar el pollo en partes menores, estos productos no son más que las partes anatómicas comunes del pollo procesado y tienen la siguiente denominación comercial.

- Medio pollo: comprende la mitad del pollo con un corte longitudinal. El pollo es partido a través del espinazo y la pechuga, siguiendo la dirección de la columna vertebral, las dos mitades (izquierda y derecha) son aproximadamente iguales.
- Cuarto de pollo: es el resultado de partir en dos partes el medio pollo, obteniéndose cortes con carne blanca y carne oscura aproximadamente iguales; o bien es el resultado de partir el pollo en cuatro partes aproximadamente iguales.
- Cuarto con pechuga: consiste de media pechuga, unida a un ala y a una porción del espinazo.
- Cuarto con pechuga sin ala: consiste del cuarto superior, al que se le ha removido el ala.

- Cuarto con pierna: consiste del cuarto inferior con la pierna unida a una porción del espinazo; también puede incluir grasa abdominal y dos costillas.
- Pechuga: comprende la clavícula y el esternón en toda su extensión hasta su unión con las costillas, así como los tejidos blandos que los rodean.
- Pechuga con costillas: es la pechuga que ha sido separada del espinazo en la unión de las vértebras de la costilla con el espinazo, ésta puede cortarse a lo largo del hueso de la pechuga (esternón) para hacer dos mitades aproximadamente iguales; o bien se puede remover la porción del hueso clavicular y cortar el resto de la pechuga a través del esternón en tres partes.
- Pechuga con espinazo (mitades): es el corte no centrado que da dos mitades aproximadamente iguales de pechuga con espinazo.
- Pechuga sin hueso y piel: es la pechuga a la que se le han removido solamente los huesos y la piel.
- Pechuga con hueso sin piel: es la pechuga a la que solamente se le ha removido la piel. Este corte puede tener dos presentaciones: con carne y sin carne de costillas.
- Otros cortes de pechuga: filete de pechuga. Filete de pechuga cortado, pechuga en cubos, pechuga en tiras, etc.

- Pierna y muslo: comprende las extremidades inferiores cadera con fémur hasta el inicio de la pata, así como los tejidos blandos que las rodean. Esta carne no debe incluir partes del espinazo.
- Muslo: comprende la parte de las extremidades inferiores que va desde la cadera con fémur hasta la rodilla, así como los tejidos blandos que la rodean. Este corte consiste del cuarto inferior, al que se le ha removido el muslo, unido a una porción del espinazo; también puede incluir grasa abdominal y dos costillas.
- Pierna: comprende la parte de las extremidades inferiores que va desde la rodilla hasta el inicio de la pata, así como los tejidos blandos que la rodean.
- Alas: comprende toda la extensión de estas extremidades desde la articulación hasta las falanges, así como los tejidos blandos que las rodean. Este corte no debe incluir partes del espinazo.
- Espinazo (espalda): comprende las vértebras dorsales, lumbares, así como los tejidos blandos que las rodean. Este corte puede contener costillas.

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. Avicultura en Guatemala

La Avicultura de Guatemala al igual que en el resto de países de Latinoamérica está clasificada en dos épocas: Avicultura Tradicional o de traspatio y Avicultura Tecnificada. La Avicultura Tradicional o de traspatio tiene sus inicios en la época de la Colonia, cuando los españoles trajeron a nuestro país las llamadas gallinas criollas, que se caracterizaban por una baja producción. En los años 50, a raíz de la creación de la ley de Fomento Avícola en el período presidencial del General Miguel Idígoras Fuentes, se inicia con el desarrollo de una Avicultura Tecnificada, donde se utilizaron aves genéticamente mejoradas, generando unos rendimientos óptimos para la actividad avícola tanto en el proceso de producción de huevos como de carne de pollo.

Previo a la creación de la Ley de Fomento Avícola, existía escasez de productos cárnicos variados, el consumo estaba limitado a las carnes de res, cerdo y eventualmente productos de mar. Los productos avícolas eran escasos y con un precio muy elevado que restringía muchas veces el consumo.

Como consecuencia de esa oportunidad de proveer a los guatemaltecos de productos con un alto contenido alimenticio a un bajo costo, el crecimiento de la avicultura no se hizo esperar. Se hizo necesario crear estrategias para el desarrollo de esta actividad que era totalmente desconocida, localmente no se conseguían ni los equipos ni los insumos necesarios para ello, todo debía ser importado. El embalaje para los huevos consistía en canastos o cajas con pino fresco para evitar que los mismos se rompieran.

Fue en este momento a finales de la década de los 50 cuando el General Miguel Idígoras Fuentes aprueba el Decreto Legislativo No. 1331 de noviembre de 1959, que exoneraba de todas las cargas fiscales a los avicultores con la finalidad de que esta industria creciera, se desarrollara y fortaleciera, para que los pobladores de Guatemala tuvieran una seguridad alimentaria sostenible.

Esta ley vino a fortalecer el desarrollo de la industria avícola incipiente en aquella época, carente de tecnología y elementos para su desarrollo. Localmente no se contaba ni siquiera con los insumos para la fabricación de concentrados mucho menos con el equipo o financiamiento bancario para su compra. Los avicultores tuvieron que hacer uso de su ingenio improvisando elementos creados por ellos para ayudarse en la tarea de fabricación de alimentos, levante de pollita, etc.

A pesar de todos los inconvenientes, la avicultura fue creciendo poco a poco, hubo que luchar para vencer también los hábitos de consumo de los guatemaltecos que consideraban a las gallinas y huevos de “patio”, como más sabrosos y alimenticios; que los huevos y gallinas de “fabrica”, que era la denominación que se les daba.

A partir de la creación de la Ley de Fomento Avícola se creó la Comisión Nacional de Fomento Avícola, integrada por un representante del Ministerio de Agricultura, un representante del Ministerio de Economía, un representante del Ministerio de Finanzas Públicas, un representante de los productores avícolas y liderada por el Jefe del Departamento de Fomento Avícola del Ministerio de Agricultura. Esta Comisión era la encargada de aprobar la importación de equipo y suministros para el desarrollo de la avicultura que ingresaba al país exento del pago de impuestos para fomentar su desarrollo.

Después de varios años de funcionamiento de esta Comisión, los pioneros de la avicultura visualizaron la necesidad de crear una institución que los representara, enfrentaban serios problemas con el abastecimiento principalmente de insumos para la fabricación de concentrados, existía una insuficiente producción nacional de granos básicos, sobre todo maíz, además de serios problemas e impedimentos para su importación.

Contando con un fuerte nexo de amistad, en 1973 este grupo de empresarios de la industria avícola que hasta ese año habían crecido de forma individual se reunieron, necesitaban propiciar una unión para gestionar y representar a los avicultores y sus problemas comunes referentes a la industria avícola.

Fue el 24 de abril de 1973 cuando se consolidó la idea y se fundó la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI), entidad creada con la finalidad de representar los intereses del sector y trabajar en pro de su desarrollo.

El Presidente de la República de aquella época fue el General Carlos Arana Osorio, el cual apoyo la formación de ésta Asociación, autorizando y firmando conjuntamente con el señor Roberto Herrera Ibargüen Ministro de Gobernación, los estatutos que la rigen, los cuales fueron publicados en el Diario Oficial el día jueves 13 de septiembre de 1973, fecha en la cual se celebra cada año el aniversario de fundación.

El crecimiento de la Asociación no se hizo esperar y pasaron a formar parte de la misma la inmensa mayoría de productores de huevo, pollos, pavos, fabricantes de concentrados, etc, quienes necesitados de apoyo institucional para sus diferentes gestiones visualizaron una evidente oportunidad de apoyo al formar parte de esta institución.

En 1990, durante el Gobierno del Licenciado Vinicio Cerezo derogó la Ley de Fomento Avícola, después de 30 años de vigencia, el sector avícola se encontraba fortalecido, con la tecnología y conocimientos técnicos suficientes para convertirse en la avicultura más fuerte de Centroamérica.

El sector Avícola Nacional hoy es uno de los principales bastiones del ramo agropecuario sobre los cuales se sustenta la economía y seguridad alimentaria de nuestro país. Desde el punto de vista socioeconómico es una de las alternativas para resolver el problema de la nutrición del mundo y particularmente de Guatemala, ofreciendo productos nutritivos y de alta calidad con precios accesibles a toda la población, pero enfrentado actualmente a una serie de sucesos que afectan su sostenibilidad.

La avicultura representa el 60 % de la actividad pecuaria de Guatemala, contribuye en un 8 % al producto interno bruto (PIB) agropecuario y 2 % del PIB nacional. De forma directa provee al país de 30 000 empleos directos permanentes, 250 000 empleos indirectos y 15 000 distribuidores en todo el país que dependen de esta actividad para el sostenimiento económico de sus familias.

2.2. Definición de pollo beneficiado

El pollo ha sido sometido a un proceso en el cual se le han retirado o eliminado todas las partes no comestibles como las plumas, sangre y vísceras, estas partes podrían causar daño a la salud del consumidor, durante este proceso, no solo se retiran impurezas del pollo, también se somete a un tratamiento en el cual se agregan ingredientes para obtener mejor calidad en la carne ya procesada, estos ingredientes tienen la finalidad de suavizar y saborizar hasta cierto punto los productos.

Para entender mejor sobre avicultura se deben conocer ciertas definiciones, entre éstas están las siguientes:

- Pollos: son las aves de cualquier sexo de la especie *Gallus domesticus*, seleccionada genéticamente y sometida a un régimen de manejo intensivo, que permite obtener un adecuado peso para su sacrificio para consumo humano y que habiendo llegado a su estado adulto son jóvenes.
- Gallinas: son las aves hembras de la especie *Gallus domesticus*, dedicadas a la postura de huevos para la reproducción o el consumo humano.

- Gallos: son las aves machos de la especie *Gallus domesticus*, que han llegado a su estado adulto y alcanzado su edad reproductiva.
- Pollo entero: es el pollo sacrificado, desangrado y desplumado que aún mantiene todas sus partes incluyendo vísceras.
- Pollo en canal: es el pollo sacrificado, desangrado y desplumado el cual se le han quitado la cabeza, el pescuezo, el buche, las patas, la glándula aceitosa de la cola, las vísceras abdominales y torácicas, a excepción del corazón y pulmones.
- Pollo fresco: es el pollo sacrificado y sometido a un proceso de conservación mediante frío, a una temperatura de 0 a 4 grados centígrados y una humedad relativa dentro del rango de 80 a 90 %, durante 1 a 3 días posteriores a su sacrificio.
- Pollo congelado: es el pollo fresco, con un máximo de 18 horas de procesado que debe congelarse por el método rápido a un rango entre -30° a -40° grados centígrados y además conservarse en cámaras de temperatura no mayor de -18° grados centígrados, durante un período máximo de 12 meses.
- Caducidad: es el período máximo tolerada en un pollo procesado para el consumo humano, que no represente riesgo para la salud debido a descomposición y pérdida de sus características sanitarias y para esta especie se estima de 8 días posteriores al sacrificio del ave, cuando se trate de pollo fresco y de 12 meses cuando sea congelado.

- Dietado: es el procedimiento mediante el cual se mantiene a los pollos que serán sacrificados, sin consumo de alimento por un período comprendido entre 8 y 12 horas previas a esta operación, a fin de que el aparato digestivo se encuentre vacío para evitar contaminaciones durante el proceso.
- Insensibilización: consiste en aturdir o paralizar al ave por cualquier método adecuado, para luego sacrificarla, esto facilita el desangrado del ave.
- Degollado: consiste en sacrificar al ave por cualquier método adecuado.
- Desangrado: consiste en sacarle la sangre al ave, luego de ser degollada.
- Escaldado: tiene por objeto facilitar el desplume y consiste en sumergir al ave en agua caliente, a una temperatura en el rango de 50 °C a 60°C durante un tiempo determinado.
- Desplumado: operación posterior al escaldado, consiste en quitarle las plumas al ave.
- Corte de patas: consiste en quitarle las patas al ave.
- Corte de pico: consiste en quitarle parte del pico al ave.
- Corte de apéndices: consiste en quitarle el pescuezo y la cabeza al ave, cortando a la altura de la unión de la vértebra cervical.

- Evisceración: consiste en la extracción total de los aparatos digestivo y respiratorio, de la extracción parcial del aparato uro-genital y de la extracción del hígado y el corazón del ave.
- Envasado: acondicionar el pollo listo para cocinar, sus cortes o menudos lo cual se coloca en envases de material impermeable.
- Pre enfriado: consiste en sumergir al ave en agua a temperatura ambiente durante un tiempo determinado.
- Enfriado: consiste en bajar la temperatura del ave entre el rango de 4 a 0 grados centígrados, por cualquier método adecuado.
- Refrigeración: se almacenan los pollos listos para cocinar envasados o no, o sus cortes o sus menudos, a temperaturas comprendidas entre el rango de 4 a 0 grados centígrados.
- Congelación: se someten los pollos listos para cocinar envasados o no, o sus cortes o sus menudos, a temperaturas < -30 grados Centígrados.
- Conservación por congelación: se almacenan los pollos listos para cocinar envasados, o sus cortes o sus menudos, a temperaturas < 18 grados centígrados.
- Lote: es una cantidad determinada de producto que se agrupa como un conjunto unitario, cuyo contenido es de características similares o ha sido procesado bajo condiciones presumiblemente uniformes y que se identifican por tener un mismo código o clave de producción.

- **Tamaño:** se refiere a la longitud que presente cualquier pollo sometido a clasificación.
- **Peso:** es el indicador que señala el número de kilogramos que ha alcanzado el pollo al momento de la clasificación.
- **Edad:** es el período transcurrido entre el nacimiento y el momento del sacrificio del pollo que se somete a clasificación. La edad mínima para clasificar debe de ser de 6 semanas y la máxima de 10, detectables mediante peritaje anatómico por parte del clasificador.
- **Lesiones:** las masas musculares expuestas son el resultado de heridas, rasgaduras, falta de piel, fracturas y dislocaciones que deterioran la apariencia general del pollo y en consecuencia bajan su calidad. El número y extensión de este tipo de lesiones están relacionadas para determinar el grado de clasificación o su eliminación.
- **Piel:** es el tejido que recubre al pollo en todo el cuerpo a excepción de las patas en donde se vuelve escamoso. En el pollo desplumado que se vaya a clasificar se observa una apariencia limpia sobre todo en la región del pecho, libre de plumones y pelusa.
- **Carne expuesta:** es la carne expuesta como resultado de cortes, rasgaduras y pérdida de piel o como resultado de huesos rotos y huesos dislocados. La carne expuesta desmejora la apariencia del pollo listo para cocinar.

2.3. Índices de productividad

En términos generales, un índice de productividad es el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso:

$$\text{Índice productivo} = \text{producción} / \text{consumo}$$

Un índice de productividad puede utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa, ya sea en su conjunto o respecto de la administración de uno o varios recursos en particular. De acuerdo con estos objetivos, puede haber índices de productividad total o índices de productividad parcial. Un índice de productividad total es el cociente entre la producción y el consumo total de todos los factores.

$$\text{Índice de productividad total} = \text{producción} / \text{consumo total}$$

Un índice de productividad parcial es el cociente entre la producción y el consumo de uno o varios factores.

$$\text{Productividad parcial} = \text{producción} / \text{consumo de uno o varios factores}$$

Cuando un administrador sospecha que su empresa no es productiva (su índice de productividad total es bajo), la acción inmediata es investigar por qué su empresa no es productiva; para este efecto, puede considerar los índices de productividad parciales; con ellos puede investigar, por ejemplo, si está consumiendo mucha materia prima y en ese caso, debe investigar cuáles son las fuentes de desperdicio.

Sin embargo, el administrador podría tener dificultades para detectar las causas de ineficiencia si la fabricación de su producto requiere de varias actividades; pudiera ser que una actividad fuera altamente productiva, mientras que otra actividad es ineficiente. Por esta razón no basta considerar índices de productividad parciales, si además no se registra la productividad por actividades. Con la finalidad de tener mayor información, consideramos índices de productividad de las actividades del proceso productivo:

$$\text{Índice de productividad de la actividad} = \frac{\text{producción de actividad}}{\text{consumo de la actividad}}$$

Cuando se utiliza un índice de productividad, las unidades que se han usado son de mucha importancia. Otra manera (probablemente de mayor utilidad) de medir la productividad de la mano de obra en estas actividades sería considerar el tiempo que los operarios dedicaron a esta actividad.

Cálculo y utilidad de los índices de productividad

Para tener una idea de la productividad de una empresa o negocio pueden utilizarse diversos índices de productividad. La idea central es que los índices de productividad elegidos dependen de los factores de producción más importantes en el proceso. Uno de los objetivos de un buen administrador es llevar el control de la productividad del proceso, de manera que se detecten las áreas en las cuales la productividad sea menor, normalmente son generadas por el desperdicio de recursos o una organización que no es la óptima.

Para cumplir con este objetivo, es muy importante llegar al detalle de las actividades del proceso productivo (índices de productividad por actividades), un índice de productividad total no permite conocer con exactitud en que áreas no se utilizan los recursos de manera óptima. Para planear el cálculo de dichos índices de productividad, en consecuencia se deben conocer las actividades de nuestro proceso productivo; a estas actividades se les denomina operaciones, en lo sucesivo.

La identificación de las operaciones del proceso productivo se hacen, a menudo, construyendo un diagrama de flujo del proceso. Un diagrama de flujo del proceso son operaciones que se realizan para producir el producto o un servicio en una empresa.

Una vez identificado el diagrama de flujo del proceso productivo, podemos decidir cuáles son los índices de productividad que realmente interesan calcular, se pueden considerar los factores de producción más importantes. Los factores más importantes caen en alguna de las siguientes categorías: materia prima, combustible, mano de obra, depreciación y gastos generales. Con esta información, se puede construir una tabla de los consumos, para el periodo de producción más adecuado (un turno, un día, una semana, etcétera).

Para planear el cálculo de los índices de productividad del proceso productivo, es conveniente construir un diagrama de flujo del proceso. Luego, construir una tabla de consumos, pero el trabajo que falta es justamente conseguir la información para llenar la tabla. Con esta finalidad se debe primero determinar las unidades en las que se desea indicar nuestros índices; ya se sabe que no tiene la misma utilidad considerar un índice de mano de obra a partir del consumo en dinero que a partir del consumo en tiempo.

Una vez que se decide qué unidades se van a utilizar, se debe organizar a los empleados u operarios para que esta información pueda ser recogida.

Los índices de productividad son factores que muestran la situación en la que se encuentra el proceso y evaluar si se requieren cambios, para este proceso conviene calcularlos basados en la cantidad de libras procesadas ya que al final es lo que define la rentabilidad del proceso.

- Merma: es la cantidad de libras de pollo que se descartan en determinado tiempo, entre las razones más comunes que las ocasionan en este proceso se pueden mencionar las siguientes:
 - pollo vivo que se ahoga en el transcurso del traslado de la granja hasta el lugar donde se va a procesar;
 - pollo que no califica por algún problema de salud;
 - partes del pollo que en todo el recorrido del proceso puedan dañarse y no sean aprobados por mala calidad.
- Libras por hora: es la cantidad total de libras de pollo beneficiado obtenidas en un intervalo de tiempo real determinado;
- Eficiencia: es el porcentaje real de libras que se obtienen en comparación con la cantidad que se obtendría, si no existiera ningún tipo de merma;
- Tiempo perdido: son los intervalos de tiempo improductivos generados por algún problema interno, estos pueden ser por problemas con la maquinaria, falta de personal y por falta de materia prima;

- Rendimiento: es la cantidad de libras obtenidas del total de libras procesadas.

2.4. Definición de básculas dinámicas

Es un sistema de pesaje automatizado con el que se busca optimizar el recurso humano disminuyendo el uso del mismo y mejorar la productividad en los procesos de producción. Se puede tener el control total de la producción por medio de indicadores programables o bien con programas de cómputo, al mismo tiempo se guarda un historial con el cual se obtienen datos estadísticos para crear rangos de aceptación y rechazo, según lo requieran los productos con los que se esté trabajando.

2.5. Utilización de las básculas

Las básculas dinámicas se pueden utilizar de diferente manera en los procesos de producción en cualquier tipo de empresa, lo primordial es definir las necesidades que se tienen, por ejemplo: pesaje de cajas o bultos, para pesar a granel de forma automática con funciones de rechazo de producto fuera de rango, impresión de etiquetas de código de barras y reportes de calidad: producto, aceptadas/rechazadas, hora/fecha, lote, etc. Para contabilizar el producto que se transporta por bandas. Para verificar el contenido de cajas cerradas con opción de rechazo.

En plantas de alimentos se puede almacenar cientos de fórmulas en la memoria del sistema para que el operador elija una y la cantidad a producir, guardando simultáneamente cada fórmula preparada y la cantidad de ingrediente utilizado. Dando mayor precisión evitando mermas en sus inventarios. Se puede monitorear en tiempo real, el proceso cómodamente desde su oficina sin importar si está dentro o fuera de la planta, así mismo solicitar reportes de producción, de consumo de ingredientes y sus inventarios.

La trazabilidad de productos va de la mano con sistemas automáticos para el seguimiento de cada proceso que recorre su producto desde el recibo hasta el envío, emitiendo reportes detallados y etiquetados con la información para lograr la trazabilidad de sus productos.

2.6. Tipos de básculas dinámicas

Se pueden mencionar dos grupos dependiendo de las características de funcionamiento, la diferencia más visible entre una y otra es el tipo de montaje ya que un tipo de báscula va montada en una banda transportadora y la otra en una estructura sólida suspendida la mayoría de veces del techo.

2.6.1. Báscula dinámica en banda

Este tipo de báscula va montada en una banda transportadora que contiene todo el sistema de pesaje, es ideal para llevar a cabo el pesaje de cajas o bultos o para pesar a granel de forma automática, esto con funciones de rechazo de producto fuera de rango y reportes de calidad, para contabilizar el producto que se transporta por bandas. Para verificar el contenido de cajas cerradas con opción de rechazo.

2.6.2. Báscula dinámica aérea

Este tipo de báscula se utiliza para realizar el pesaje de aves individualmente, en este tipo de báscula se pueden obtener datos estadísticos para estimar el promedio del peso de las aves que se van a procesar. El sistema de pesaje va instalado en varios lugares a diferencia de la báscula en banda.

2.7. Partes de las que se componen las básculas dinámicas

Existen dos grupos en los cuales se pueden incluir todas las partes del sistema completo de pesaje, dependiendo de su funcionamiento y características, se observa que el sistema tiene partes mecánicas y partes eléctricas las cuales trabajan en conjunto y de una manera sincronizada, las partes mecánicas son gobernadas por las eléctricas dependiendo de lo que el sistema requiera o del producto que este en proceso.

2.7.1. Partes mecánicas

Son todos los mecanismos o dispositivos que transforman el movimiento en fuerza o viceversa, por medio de transmisiones y aprovechamiento de energía, generalmente estas partes están en continuo movimiento.

Entre los mecanismos con los que trabaja este sistema se pueden mencionar los siguientes:

- Cilindros de doble efecto: trabajan por medio de aire comprimido, al ingresar aire comprimido al cilindro éste transforma la presión en movimiento lineal;

- Válvulas neumáticas: tienen la función de dirigir hacia que parte del cilindro se va a distribuir el aire comprimido, para que éste cambie de posición según lo requiera el sistema;
- Tren de pesaje: es la parte mecánica más sensible del sistema, aquí es donde se lleva a cabo el pesaje, el sistema detecta el peso y recolecta la información del producto, cualquier fricción o parte desalineada puede generar grandes errores;
- Estructura portante: ésta es la estructura que sostiene a todos los mecanismos que componen al sistema, esta estructura debe tener estabilidad y debe estar soportada en algún lugar que no transmita vibraciones, esto puede afectar el funcionamiento del sistema.

2.7.2. Partes eléctricas

Son todos los componentes que gobiernan a los mecanismos mandando señales para que activen o desactiven, entre estos están los siguientes:

- Sensores: son los que censan los productos y mandan la señal para que el sistema comience a pesar;
- Celda de carga: es la que define que peso registran los productos, no es más que una resistencia que varía una señal de milivoltaje por tensión;
- Sistema analógico: es una tarjeta electrónica la cual contiene el sistema lógico que decide según el programa utilizado en el momento del pesaje hacia donde se va a dirigir el producto;

- Panel eléctrico: contiene todos los componentes eléctricos para el suministro de energía que necesita el sistema para su funcionamiento;
- Solenoide: es una electro válvula que decide hacia donde se va a dirigir el flujo de aire comprimido;
- P.C.: es una computadora que opera a todo el sistema en ésta se digitan los requerimientos de productos, intervalos de pesos y cantidad que se necesite.

2.8. Descripción del funcionamiento de una báscula dinámica

Se puede describir el funcionamiento de esta báscula en varios pasos para comprender mejor que hacen estas básculas, todos estos pasos suceden en cuestión de segundos.

- Comienza con la señal de un sensor, éste indica que hay producto en el tren de pesaje y manda una señal hacia la tarjeta electrónica;
- La tarjeta electrónica recibe la señal y da la orden hacia la celda de carga para que proceda a calcular el peso del producto que está pasando en ese momento;
- La celda de carga calcula el peso del producto y manda el resultado hacia la tarjeta electrónica;
- Al recibir el peso la tarjeta electrónica lo compara con el programa que se esté utilizando en la P.C. y decide el destino del ave, este peso queda registrado en la P.C. para realizar reportes;

- Al decidir el destino del ave se activa una señal en una electro válvula y que activa un cilindro neumático el cual hace que el ave cambie de dirección;
- Al salir el ave del tren de pesaje se activa otro sensor que manda una señal a la tarjeta electrónica para que termine de pesar.

2.9. Calibración

La calibración es un procedimiento que se utiliza para asegurar o rectificar que las básculas estén funcionando adecuadamente y no registren pesos erróneos, esto puede generar inconformidad hacia los clientes o pérdidas para la empresa.

Existen dos tipos de calibración, la estática y la dinámica, como su nombre las describe una se realiza con el sistema detenido y la otra en marcha, la calibración dinámica es un complemento de la estática, ya que genera un factor de corrección que se obtiene de los pesos promedio en funcionamiento.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL

3.1. Descripción del sistema de pesaje actual

El sistema actual de pesaje cuenta con varias características normales en su funcionamiento, estas características describen y definen factores que se deben considerar para evaluar si el sistema actual es funcional o si satisface las necesidades o requerimientos que actualmente se tienen en el proceso de producción.

Debido a que el proceso que se está describiendo es de pollo procesado conviene en ocasiones hacerlo en función de la cantidad de aves procesadas y en otras en función de la cantidad de libras, esto dependerá de cada factor o indicador.

3.1.1. Productividad

Ésta es obtenida con base en la cantidad de aves que se procesan, la productividad se calcula desde varios puntos de vista, horas-hombre, horas-proceso, recursos utilizados, mano de obra etc. Se obtiene con base al área que trabaje más lento, comúnmente llamado cuello de botella y determina la velocidad a la que se trabaja.

Debe tomarse en cuenta que mientras se trate de aumentar la productividad puede afectarse la calidad del producto final, es por ello que se debe evaluar este aspecto cada vez que se quiera llevar a cabo algún cambio.

3.1.2. Tolerancia

Factor que se calcula con base en la cantidad de libras procesadas, se deben tomar en cuenta tanto el peso promedio de las aves como los rangos de aceptación de peso que requieren los clientes, la tolerancia no es más que un margen de error aceptado en el peso, ésta varía según las exigencias de los clientes.

La tolerancia puede afectar o beneficiar al cliente, debido a que las variaciones de peso son tanto por debajo del peso requerido como por arriba del mismo.

3.1.3. Repesado

Es normal que en condiciones óptimas de trabajo las básculas dinámicas generen cierta variabilidad en el pesaje, esto se debe a varias causas, es por ello que cierta cantidad de aves se repesen en básculas estáticas, debido a las exigencias de los clientes de no permitir ningún producto fuera de rango, al tener un sistema con una tolerancia mayor se genera mayor cantidad de producto para repesar.

3.2. Importancia de un sistema de pesaje eficiente

Las necesidades de los clientes varían dependiendo de la demanda que tengan en sus productos, es por ello que se tienen clientes con exigencias mayores que otros, clientes que cuentan con un porcentaje de aceptación de productos fuera de rango y otros que exigen o necesitan que ningún producto se encuentre fuera de especificación para cumplir con sus normas de calidad.

3.2.1. Intervalos de aceptación de peso

Son los límites permisibles o el peso máximo y mínimo de aceptación que establecen los clientes en las aves procesadas, estos intervalos se utilizan para estimar el peso total y promedio de las aves.

3.2.2. Porcentaje de error con el sistema actual

Este porcentaje es demasiado alto comparado con los rangos que se trabaja y con el tiempo, esto empeora debido a que cada vez las exigencias de los clientes son más estrictas y constantemente se disminuyen los rangos.

3.3. Desventajas del sistema actual

En el sistema actual se observan varias desventajas que se deben tomar en cuenta o se deben evaluar, ya que en un futuro representan costos, reproceso y merma, en resumen no le agregan ningún valor al producto sino todo lo contrario.

3.3.1. Menor captura

La captura es la cantidad de aves que se obtienen de un rango definido por los clientes, mientras más cerrado se encuentre este rango se obtiene menor cantidad de aves que cumplen con el peso.

3.3.2. Mayor repesado

La variación en los pesos es muy significativa, se debe repesar buena parte de las aves de manera manual, mientras mayor sea la variación de peso la cantidad de aves a repesar también aumenta, el repesado se debe realizar por varias razones, en algunos casos un mal peso, ocasiona problemas de calidad a los clientes, generando perdidas en la empresa.

3.4. Riesgos que se corren con el sistema actual

- El riesgo más relevante, o al que se le debe prestar mayor atención es que si el sistema actual llega a fallar no se pueda reparar, debido a que el modelo esta discontinuado y no se encuentran repuestos fácilmente y cada día se hace más difícil conseguir dichos repuestos.
- El no poder cumplir a cabalidad con las especificaciones de los productos que día a día se requieren.
- Al fallar este sistema se afecta de gran manera la productividad de todas las áreas de trabajo siguientes.

Tabla I. Descripción de parámetros proceso actual

Descripción	Cantidad
Personal operativo	8
Horas - hombre para repesado/día	64
Tolerancia	± 20 gramos
Pesos promedio de aves	1475 gramos
Porcentaje de aves fuera de rango	2.8 %
Porcentaje de mermas	1.4 %

Fuente: elaboración propia.

4. BÁSCULA A INSTALAR

4.1. Descripción del sistema de pesaje mejorado

Al comparar el sistema actual con el mejorado se encuentran varios beneficios que en un futuro aumenta la eficiencia y productividad del proceso.

4.1.1. Báscula aérea

Este tipo de báscula cuenta con un funcionamiento más sencillo y comprensible, que ayuda en gran manera el llevar a cabo las reparaciones y servicios que se deben realizar en el equipo, el soporte que se tiene de parte del proveedor es otra de las ventajas, ya que puede haber problemas en el equipo que ningún técnico pueda solucionar.

4.1.2. Operación del sistema

El sistema cuenta con un *software* fácil de utilizar permitiendo una operación sencilla y eficiente, este *software* cuenta con varias opciones nuevas que ayudan a manipular mejor el proceso.

Este sistema es compatible con paquetes comerciales de *software* para que se pueda trasladar la información fácilmente y se tenga una mejor comunicación entre operarios y ejecutivos.

4.1.3. Mejoras que se obtienen

- Mayor eficiencia en los resultados de pesaje continuo
- Mayor facilidad para manipular a conveniencia el funcionamiento del sistema
- Pesaje más exacto
- Facilidad para encontrar repuestos
- Mayor soporte técnico de parte del fabricante para solucionar problemas en el funcionamiento

4.1.4. Tolerancia

Actualmente la tolerancia o variabilidad de pesaje en un sistema como este no se puede eliminar, lo único que se puede hacer es reducirla lo más posible, el sistema mejorado cuenta con una tolerancia mucho menor a la del que está actualmente instalado.

4.1.5. Repesado

Al tener una tolerancia menor, se obtiene un pesaje exacto por lo tanto obtenemos menos productos fuera de rango, con esto se obtiene significativamente una cantidad menor de aves para ser repesadas.

Tabla II. **Descripción de parámetros proceso mejorado**

Descripción	Cantidad
Personal operativo	5
Horas - hombre para repesado/día	40
Tolerancia	± 7 gramos
Peso promedio de las aves	1475 gramos
Porcentaje de aves fuera de rango	1 %
Porcentaje de mermas	0.5 %

Fuente: elaboración propia.

4.2. Acciones que se deben seguir si el sistema llega a fallar

Como cualquier equipo, este cuenta con una probabilidad de fallar en cualquier momento o en cualquiera de los mecanismos que lo componen, por ello se debe prever que acciones se deben seguir en estos casos.

4.2.1. Diagnóstico del departamento de mantenimiento

Cuando el equipo no esté funcionando de manera correcta se debe reportar el problema al personal a cargo del funcionamiento, dependiendo del diagnóstico se decide si se detiene el proceso o no, si es un problema que se solucione rápidamente lo mejor es tener paciencia y esperar a que se reestablezca el funcionamiento, en caso de que la reparación lleve un período de tiempo largo se deben hacer cambios para poder continuar y realizar el pesaje de forma manual.

4.2.2. Cambio a pesaje manual

Cuando el sistema falle y no se resuelva inmediatamente el problema, aunque no sea la manera más productiva se deben pesar manualmente todas las aves con básculas de mesa, aunque sea más exacto el pesaje, y la productividad se venga abajo, no se detiene el proceso.

4.3. Tipos de problemas que se pueden dar durante la operación de la báscula

Existen innumerables problemas o fallas que puede presentar el sistema, es por ello que conviene dividirlos en grupos y no existe mejor manera que dividirlos con base en su funcionamiento

4.3.1. Problemas mecánicos

La mayoría de estos problemas se debe al desgaste que sufren las partes que se mantienen en movimiento o que transmiten movimiento, es normal que el material del que están hechas las partes mecánicas presenten fatiga por el uso prologando o continuo, estos casos son impredecibles, aunque se lleve a cabo un mantenimiento preventivo muy eficiente, existen fallas por que los problemas son internamente.

En este tipo de problemas se toma en cuenta, el tiempo que se lleva a cabo la reparación, se utiliza la mayor parte en cambiar la parte dañada y no en encontrar el problema.

Entre las partes mecánicas que fallan o se desgastan están los cojinetes, el trabajo de estos es evitar la fricción y torque en otras partes que sean de un costo más elevado, siendo estas las partes para sacrificar.

Los rieles en los cuales se soportan los ganchos que cargan las aves sufren un desgaste pero éste es uniforme y solo se puede observar después de un período prolongado de uso, cuando el desgaste de estos se pueda ver con facilidad lo más adecuado es realizar el cambio de los mismos, siempre y cuando sea programado conjuntamente con el departamento de producción, ya que es un trabajo muy extenso y se lleva un período de tiempo significativo para realizarlo.

4.3.2. Problemas eléctricos

Estos problemas se dan por varias razones, entre estas tenemos las condiciones ambientales, al haber humedad, polvo, altas o bajas temperaturas la vida de los componentes eléctricos disminuye. Otra manera de que los componentes eléctricos fallen puede ser por sobrecargas eléctricas, estas sobrecargas ocurren muchas veces por el clima son generadas por cortos circuitos dentro del sistema eléctrico.

Algo que se debe dejar claro desde un principio es el uso del tiempo cuando se realiza una reparación de este tipo, en estos casos la mayor parte del tiempo se utiliza en localizar la falla y una cantidad relativamente menor en solucionarlo.

Entre los problemas comunes que se pueden dar tenemos la pérdida de comunicación entre la P.C. y el sistema de pesaje o la tarjeta electrónica del sistema, esto se debe la mayoría de veces a la humedad del ambiente, lo único que se puede hacer es realizar el cambio de la misma mientras se desplaza la humedad completamente.

Falta de detección de las aves, los sensores son los que realizan el trabajo de detección y son los que marcan el ritmo del pesaje, al fallar cualquier sensor el sistema no recibe las instrucciones para funcionar adecuadamente, estos sensores fallan la mayor parte de las veces, debido al uso prolongado o golpes que pueden recibir por el personal que trabaje en el área.

Falta de energía eléctrica en el sistema de pesaje, el sistema cuenta con una fuente de energía que suministra a todo el sistema electrónico, cuando se dan sobrecargas puede fallar y dejar de generar energía hacia el sistema, esto se puede corroborar midiendo tanto el voltaje que sale de la fuente, como el voltaje que entra a la misma.

Otro problema, siendo este el más común es cuando las electroválvulas no se activan, estas partes son las que eléctricamente tienen el trabajo más pesado, por que deben crear un campo magnético suficientemente fuerte para cambiar de posición un vástago que está sujeto a cierta presión.

4.4. Justificación económica

Al realizar una inversión se busca una mejora que genere mayor rentabilidad en el proceso productivo, en este caso se observan varios factores en los cuales se obtiene tanto ahorro por una parte como mayor eficiencia, en un futuro estos factores recuperan todos los costos que se obtuvieron, en este caso se cuenta con otro factor que no siempre se toma en cuenta, la renovación del sistema, esto se debe a que se tiene una alta probabilidad de que al fallar el sistema no se pueda restablecer el funcionamiento y como resultado se obtenga mayor mano de obra involucrada.

- Menor mano de obra: al disminuir la cantidad de mano de obra en cualquier proceso genera un ahorro directo en los costos de producción, lo cual se puede aprovechar en otra área donde se tenga necesidad.
- Pérdidas por captura: al hablar de captura se refiere a la cantidad de aves que se obtienen en cada intervalo de peso, se tienen varios intervalos de peso para diferentes clientes, existen intervalos de peso con un precio más elevado, es por ello que al tener un sistema de pesaje con una tolerancia amplia este puede reconocer una buena parte de los productos como si fuesen de otro intervalo.
- Tiempos perdidos por fallas: los tiempos perdidos en producción por motivo de fallas debe ser el menor posible, mientras más tiempo pase, los equipos fallan con mayor frecuencia, con un equipo nuevo la probabilidad de fallo es mucho menor, esto tiene como resultado menor cantidad de fallos y por lo tanto menor tiempo perdido.

- Renovación del sistema: este factor se debe considerar, ya que es de mucha importancia, por tratarse de un equipo obsoleto en su totalidad, no se consiguen fácilmente los repuestos debido a que el modelo está discontinuado, esto hace que el sistema esté propenso a fallos que no se puedan solucionar y al final se tenga que cambiar, puede generar un intervalo de tiempo en el cual se disminuya considerablemente la productividad.

4.4.1. Inversión inicial

Una instalación de esta magnitud e importancia viene acompañada de costos elevados, estos costos son necesarios para llevar a cabo una instalación eficiente, la parte más importante de la instalación es el funcionamiento y no se debe escatimar en ningún recurso para que todo el sistema funcione lo mejor posible, después de lograr un funcionamiento óptimo se toma en cuenta la estética del trabajo, ya que es la carta de presentación para cualquier persona que no esté familiarizada con el equipo.

- Mano de obra: es el tiempo en que los técnicos asignados llevan a cabo el montaje e instalación de todos los componentes y mecanismos del sistema, como se trata de varios tipos de trabajo se necesitan diferentes clases de técnicos, como lo son: soldadores, electricistas, mecánicos y ayudantes.

La mayor parte del tiempo empleado en el montaje es tiempo extraordinario, pretendiendo no afectar el proceso de producción y no detenerlo por ningún motivo, debido a esto el costo en mano de obra se eleva un buen porcentaje.

- **Materiales:** para llevar a cabo todos los trabajos se necesitan diversidad de materiales y equipo, estos materiales se deben solicitar con anticipación y tratar de no adquirir una menor cantidad de lo que se va a utilizar, pero tampoco adquirirlos en exceso, un buen porcentaje de estos materiales se utilizan para fijar el sistema y son materiales para corte y soldadura de las partes metálicas, para el sistema eléctrico es una cantidad menor, sólo se requiere instalar líneas de cableado de la báscula hasta el lugar donde está ubicado el panel eléctrico, el equipo que se necesita, por lo regular son las herramientas básicas con las que normalmente debe contar el personal técnico, por lo tanto no es necesario adquirir ninguna clase de herramienta.
- **Costo del sistema:** este costo no es más que el precio que el fabricante del equipo le asigna al mismo, entre este costo se incluye el soporte para la instalación del sistema, o asignación de un técnico especializado para coordinar la instalación de esta manera se garantiza el funcionamiento y garantía del equipo.

Tabla 3. **Descripción de costos durante la instalación**

Descripción	Costo
Mano de obra	Q 18 900,00
Cableado eléctrico	Q 2 000,00
Equipo de soldadura	Q 11 500,00
Estructura portante	Q 9 800,00
Costo del sistema	Q 510 000,00
Total	Q 552 200,00

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Período de recuperación de la inversión

El período de recuperación de la inversión se calcula con base en el ahorro total obtenido mensualmente después de instalar el sistema, esto se puede calcular utilizando la diferencia entre los índices de productividad de meses anteriores a la instalación y los siguientes meses, de esta manera se puede visualizar en cuanto tiempo se recupera la inversión.

Tabla 4. Descripción de ahorro después de la instalación

Descripción	Ahorro
Mano de obra/mes	Q 8 500,00
Reducción de mermas/mes	Q 6 850,00
Ahorro total/mes	Q 15 350,00
Tiempo de recuperación de la inversión	3 años

Fuente: elaboración propia.

5. MONTAJE DEL SISTEMA

Se debe seguir el siguiente cronograma de actividades para evitar atrasos en los trabajos, ya que se tienen actividades que no se pueden empezar antes de que se terminen otras.

Figura 2. Cronograma de actividades

Instalaciones previas	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días
Cableado eléctrico	■	■	■					
Sistema neumático		■	■					
Cableado de red			■					
Estructura portante	■	■	■					
Desmontaje del sistema actual								
Sistema eléctrico				■				
Sistema neumático				■				
Tren de pesaje				■				
Montaje del sistema nuevo								
Tren de pesaje					■	■		
Sistema eléctrico					■	■	■	
Pruebas técnicas							■	■

Fuente: elaboración propia.

5.1. Instalaciones previas al montaje

A manera de ganar tiempo se pueden llevar a cabo instalaciones previas al montaje del sistema, en las cuales no se necesita mayor asesoramiento, ya que son instalaciones con las que ya está familiarizado el personal técnico, entre estas instalaciones se encuentran las siguientes:

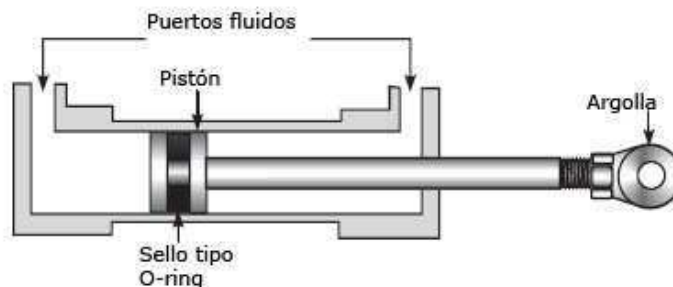
5.1.1. Cableado eléctrico

Se necesita energía eléctrica para alimentación de los componentes del sistema, no es más que derivar un ramal eléctrico y dirigirlo hacia donde se va a instalar la parte eléctrica del sistema, lo único que se debe tomar en cuenta es, con qué voltaje se va a trabajar. En este caso se necesitan 220 voltios en un sistema trifásico.

5.1.2. Cilindros neumáticos

Estos cilindros van ubicados en el lugar donde se necesita el producto, por lo que se debe definir los lugares a instalarlos conjuntamente con personal de producción, al final son ellos los que van a utilizar el equipo a su conveniencia. Se debe tomar en cuenta que por lo menos se necesitan 100 libras/pie² de presión.

Figura 3. Esquema de un cilindro neumático



Fuente: elaboración propia.

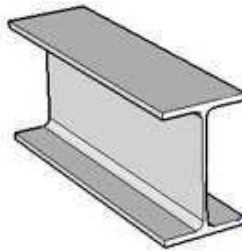
5.1.3. Cableado de red

Es de gran utilidad que la P.C. cuente con servicio de red para enviar o recibir información, este cableado se debe llevar desde algún punto de la red ya instalada, hasta donde se pretende ubicar la P.C. que opera el sistema.

5.1.4. Estructura portante

Esta estructura son vigas suspendidas o el mismo techo del lugar en donde se va a llevar a cabo el montaje, lo importante es que debe ser una superficie rígida sin vibraciones y debe contar con una nivelación óptima, si no se cumple con estas características, se puede llegar a tener problemas cuando el sistema este funcionando, puede variar el peso que calcule la celda de carga.

Figura 4. Perfil I



Fuente: elaboración propia.

5.2. Instalación

Al llevar a cabo la instalación del sistema se visualizan las actividades que se van a realizar para anticipar cualquier tipo de requerimiento y así contar con los recursos necesarios, esto con el objetivo de evitar cualquier tipo de atraso en los trabajos posteriores, se realiza un cronograma de actividades y se toma en cuenta el equipo que se necesita en cada actividad, de ser necesario se deben crear turnos para que todo el personal sea relevado y se pueda trabajar a tiempo completo.

5.2.1. Desmontaje del sistema actual

- Sistema eléctrico: primero se retiran todas las conexiones eléctricas para evitar accidentes y así garantizar el buen funcionamiento del equipo nuevo, no se deben utilizar los ramales eléctricos existentes ya que pueden tener algún fallo en alguna parte del recorrido y al utilizarlos pueden dañar el equipo nuevo, el panel eléctrico se debe desmontar ya que ocupa espacio que se podría aprovechar de alguna manera.
- Los componentes que utilizan ambos sistemas son diferentes, por lo tanto se deben cambiar en su totalidad, entre los componentes que se pueden mencionar tenemos los sensores, celda de carga, solenoides, panel eléctrico y cableado.

- Tren de pesaje actual: este trabajo se debe llevar a cabo con mucho cuidado, ya que es la parte más pesada del equipo y se encuentra a una altura significativa. Después de eliminar el anclaje se debe asegurar firmemente de una manera que permita bajarlo lentamente, al separarlo de la estructura portante no habrá nada más que lo sostenga, si no se cuenta con un equipo especial para bajar el tren de pesaje, se debe utilizar la fuerza humana, pero de una manera sincronizada para evitar cualquier inconveniente.
- Sistema neumático: evaluar si el sistema que suministra aire comprimido es similar al requerido por el equipo nuevo, si no es así se deben retirar todos los ramales de aire comprimido e instalar nuevos y derivarlos desde un lugar que convenga.

5.2.2. Equipo y herramientas a utilizar

Para llevar a cabo todos los trabajos de este montaje se requieren de varias clases de herramientas, éstas van desde las más sencillas hasta las más complejas pero, comunes en los lugares de trabajo.

- Equipo de seguridad industrial: para evitar accidentes cada técnico y persona que está involucrada en estas actividades debe utilizar equipo para su protección personal, debido a que existe una buena probabilidad de sufrir algún accidente, por que se crean varias condiciones inseguras, una muy notoria es que se debe trabajar a una altura elevada y cualquier objeto que caiga desde esa altura puede ocasionar lesiones graves a las personas que se encuentren en la parte de abajo;

- Equipo de soldadura: es necesario fundir varias partes del tren de pesaje con la estructura portante y con los rieles o guías que sostienen los ganchos en los que son transportadas las aves;
- Herramientas de electricista: estas herramientas son con las que comúnmente cuenta cualquier electricista y son indispensables para realizar cualquier trabajo eléctrico, entre estas herramientas podemos mencionar multímetro, pinzas, destornilladores y aislamiento;
- Herramientas de mecánico: son todas las herramientas básicas que necesita cualquier técnico de este tipo, entre éstas se pueden mencionar llaves, pulidora, polipasto y equipo de medición como vernier y flexómetro.

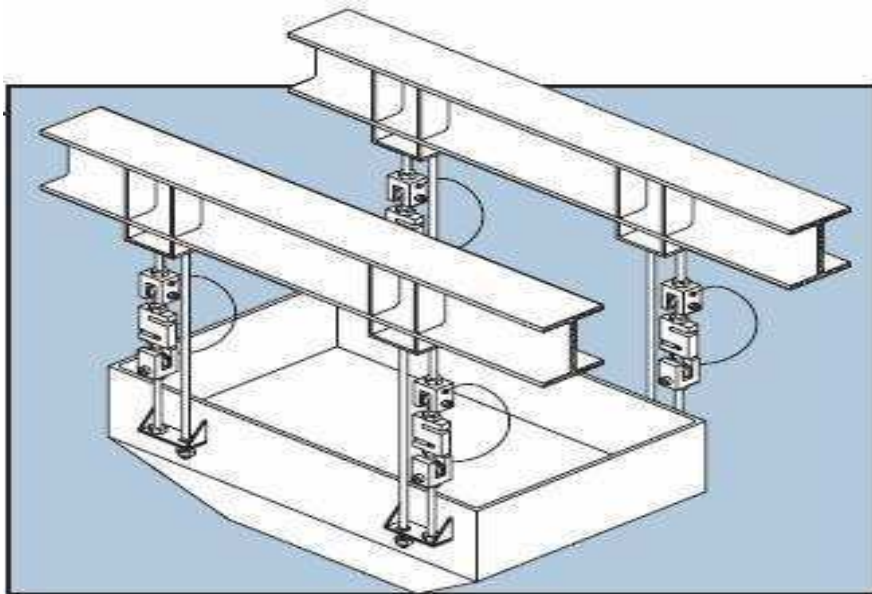
5.2.3. Montaje del sistema nuevo

Se pueden realizar varias actividades al mismo tiempo, ya que existen varias actividades que no dependen de ninguna otra, con lo único que se debe contar es con mano de obra suficiente, ya que son varias actividades y por lo regular en este tipo de instalaciones siempre se trabaja contra el tiempo, debido a que se llevan a cabo en períodos que normalmente son inhábiles y por otro lado estos trabajos solo pueden realizarse cuando el proceso de producción está detenido.

- Sistema eléctrico: lo primero que se debe hacer en este segmento es fijar el panel en el que se van a colocar todas las conexiones eléctricas, después de fijarlo se debe proceder a instalar la tarjeta electrónica y realizar todas las conexiones internas que debe llevar, esto siguiendo los diagramas proporcionados por el fabricante.

- Tren de pesaje nuevo: al mismo tiempo se puede avanzar con el montaje del tren de pesaje, se lleva hasta la altura requerida por nuestras instalaciones previas al montaje, el tren es la parte que debe quedar mejor sujeta, la parte del funcionamiento depende de la firmeza del tren de pesaje, cualquier vibración en esta parte del equipo nos va a generar variaciones en los pesos que queremos obtener, de preferencia debe ir soldado a la estructura portante para asegurar que no se desplace hacia ningún lado.

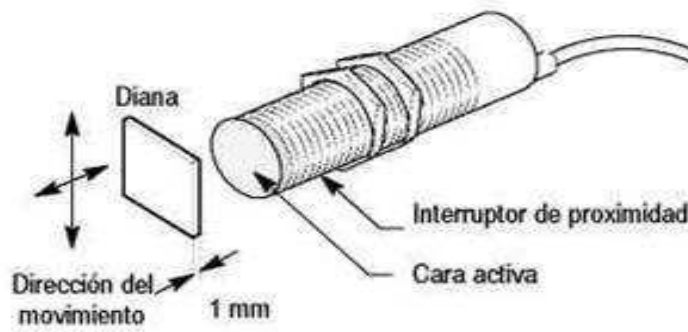
Figura 5. **Tren de pesaje**



Fuente: elaboración propia.

- Sensores: estos van instalados en el tren de pesaje, pero la señal que captan debe ser llevada hasta la tarjeta electrónica que está ubicada en el panel eléctrico, por lo tanto se realizan conexiones desde el tren de pesaje hasta el panel para conectar los sensores al sistema eléctrico.

Figura 6. **Sensor**

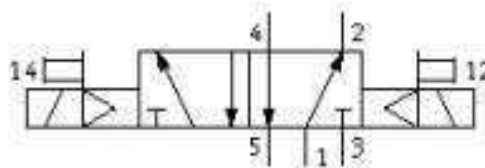


Fuente: elaboración propia.

- Celda de carga: ésta va situada en la parte superior del tren de pesaje, al fijar por completo el tren de pesaje se prosigue a instalar la celda de carga, esta celda forma parte del sistema eléctrico por lo que se prolonga esta señal desde el tren de pesaje, hasta las terminales asignadas en la tarjeta electrónica mediante cableado, este cable debe ser facilitado por el fabricante, la señal que manda la celda se lee en milivoltaje y éste varía dependiendo del peso de las aves.

- Electro válvulas: es otra parte del sistema eléctrico y por lo tanto se debe llevar una conexión desde el lugar en el que están ubicadas, hasta las terminales de la tarjeta electrónica para que se le asigne algún número de terminal y poder ubicar fácilmente cualquier electro válvula cuando sea necesario, estas válvulas trabajan con una bobina de 24 voltios corriente directa y son del tipo 5/2.

Figura 7. **Esquema de electro válvula**



Fuente: elaboración propia.

- Configuración de P.C.: se debe instalar el *software* que domina a todo el sistema, este software es el que se utiliza para operar el sistema, éste es facilitado por el fabricante, se define la dirección de protocolo de internet (IP) de la tarjeta electrónica para poder entablar comunicación entre la P.C. y la tarjeta electrónica.

5.3. Pruebas técnicas

Cuando todas las partes del sistema estén instaladas se corrobora que funcionen correctamente, para esto se debe realizar varias pruebas tanto de la parte mecánica como de la parte eléctrica y si se encuentra algún desperfecto se debe corregir para seguir con las demás pruebas.

5.3.1. Cilindros

Estos se pueden accionar manualmente, si alguno no responde al ser accionados, se localiza el problema y soluciona, hasta que funcione correctamente, otra manera de realizar esta prueba es desde la P.C. el *software* cuenta con una opción de *test* de todos los cilindros, activa varias veces cada cilindro, al encontrarse con un cilindro que no active se revisa en donde se encuentra el problema para seguir con la prueba.

5.3.2. Comunicación entre báscula y P.C.

Ésta solo es una verificación de que el sistema de pesaje está trabajando conjuntamente con la P.C. en la ventana del *software* debe aparecer un icono que nos indica que se están registrando los datos que se obtienen del sistema de pesaje, si no registra ningún dato, se debe revisar todo el sistema eléctrico hasta solucionar el problema.

5.3.3. Calibración

Al realizar la calibración de la báscula indica que la celda de carga está funcionando adecuadamente, si fuera de otra manera la báscula no se podría calibrar, debido a que posiblemente la celda se dañó en alguna parte de la instalación y se tendría que sustituir por otra.

5.4. Mantenimiento preventivo del sistema

Se debe seguir una rutina de servicio que minimice la probabilidad que el equipo falle, para este equipo en especial se crea dos tipos de servicio, por motivo de tener una parte eléctrica y otra mecánica, no se puede pasar por alto ninguno de los dos, ya que las dos partes son fundamentales.

5.4.1. Sistema eléctrico

Verificar con cierta frecuencia que el peso registrado sea el correcto, deben limpiarse los contactos eléctricos, chequeo de sensores, aplicar desplazante de humedad, chequear el recorrido de todo el cableado para asegurar que no hay ninguna parte dañada

5.4.2. Sistema mecánico

Chequear el funcionamiento de todos los cilindros y válvulas neumáticas, verificar que el tren de pesaje esté alineado y evaluar el estado de la estructura en la que está soportado todo el sistema.

5.5. Programación de todos los servicios y reparaciones del sistema

La programación de los servicios o mantenimiento del equipo contempla varios factores, como el tiempo necesario para realizar el trabajo, existencias en el inventario de repuestos, disponibilidad del equipo y mano de obra calificada, al no contar con todo lo anterior puede ser que no se realice un trabajo eficiente y esto aumente la probabilidad de que el equipo falle.

5.5.1. Tareas críticas

Estas se definen como reparaciones correctivas a desperfectos en cualquier parte del sistema y ocasionan que el equipo se detenga completamente, por ello se tienen que resolver en el momento que se reporte la falla, por lo regular estos problemas ocurren mientras se está utilizando el equipo. No hay manera de predecir que parte del equipo va a fallar, ni cuando, lo único que se puede hacer es prepararse con los repuestos necesarios y capacitar al personal para que puedan resolver este tipo de problemas en el menor tiempo posible.

5.5.2. Rutinas

Las rutinas no son más que los procedimientos que se deben seguir para realizar el mantenimiento preventivo del equipo, a estas rutinas se les define un período de frecuencia con el que se realiza el trabajo, esto por lo regular se consulta con los fabricantes, ya que son los que mejor conocen al equipo, conforme pase el tiempo se puede variar la frecuencia de las rutinas a conveniencia y siguiendo el historial de las fallas más comunes.

- Rutina para el sistema mecánico: según información del fabricante se debe realizar el siguiente procedimiento cada mes para garantizar el funcionamiento correcto del equipo:
 - Retirar alimentación eléctrica;
 - Chequear alineación del tren de pesaje;
 - Inspeccionar estructura general del sistema;
 - Cambio de rodamientos que lo ameriten.

- Rutina para el sistema eléctrico: esta rutina se debe llevar a cabo cada 2 meses para que no se presenten inconvenientes.
 - Desenergizar la alimentación de los dispositivos de arranque;
 - Inspeccionar puntos de conexión y reemplazar de ser necesario;
 - Limpiar puntos de conexión del arrancador (protecciones y botoneras);
 - Limpiar bornera de conexiones de la carga y cable de alimentación;
 - Aplicar limpia contactos a los dispositivos de arranque y protecciones;
 - Aplicar desplazante de humedad a los contactos eléctricos.

- Rutina para el sistema neumático: esta rutina se debe llevar a cabo cada mes debido al uso continuo de esta parte del sistema.
 - Desenergizar la alimentación de los dispositivos de arranque;
 - Inspeccionar funcionamiento de cilindros;
 - Limpieza a tubería de distribución de aire comprimido;
 - Chequeo de funcionamiento de electro válvulas.

5.6. Verificación del mantenimiento preventivo

Para respaldar la ejecución o el cumplimiento de los servicios de mantenimiento en el equipo, se registran todos los trabajos realizados, esto debe contener información del equipo y del momento en que se realizó el trabajo, estas verificaciones las hace el jefe de mantenimiento ya que se aplica un criterio más amplio en estas labores, de esta manera se puede llevar un mejor control del equipo y evaluar el uso correcto de todo el sistema, para ello se implementan un *check list* y órdenes de trabajo.

5.6.1. Check list

Es un formato que contiene un listado de todos los trabajos que se deben realizar anualmente del cual se derivan las órdenes de trabajo, este se utiliza para chequear el cumplimiento de la frecuencia establecida para los servicios o mantenimiento preventivo en el equipo y formar un historial de los hallazgos más relevantes.

5.6.2. Ordenes de trabajo

Es un documento que describe de manera específica el trabajo a realizar, debe contener el procedimiento a seguir en el equipo, la fecha y hora, además el nombre del técnico que realizó el trabajo, esto es necesario para respaldar y certificar los trabajos que realiza el personal de mantenimiento y así darle el seguimiento pertinente a los equipos.

5.7. Inventario de repuestos

Esta es una parte muy importante en el sistema, ya que si no se cuenta con un repuesto en el momento preciso se puede prolongar más de la cuenta cualquier reparación, pero tampoco quiere decir que se tengan en exceso, lo más conveniente es evaluar la rotación de estos, ya que existen algunos que rara vez fallan y otros que lo hacen muy frecuentemente, por lo regular los que más fallan son los que están en movimiento, debido a que sufren varios tipos de desgaste y con el tiempo el material con el que están hechos fallan.

El tiempo de uso del equipo es una parte muy importante, se toma en cuenta para evaluar la cantidad de repuestos a utilizar, ya que mientras más uso tiene un equipo, tiende a fallar con mayor frecuencia.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Aguas residuales

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales. Los materiales inorgánicos como la arcilla, sedimentos y otros residuos se pueden eliminar por métodos mecánicos y químicos; sin embargo, si el material que debe ser eliminado es de naturaleza orgánica, el tratamiento implica usualmente actividades de microorganismos que oxidan y convierten la materia orgánica en bióxido de carbono (CO₂), es por esto que los tratamientos de las aguas de desecho son procesos en que los microorganismos juegan papeles cruciales.

La clasificación se hace con respecto a su origen, y determinan su composición.

- Aguas residuales urbanas: son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. Los aportes que generan esta agua son:
 - Aguas negras o fecales
 - Aguas de lavado doméstico
 - Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
 - Aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, porque sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios. Las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros, tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

- Aguas residuales industriales: son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.

También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día. Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

Tipos de contaminantes: actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- Vertidos urbanos
- Vertidos industriales
- Contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

Contaminantes orgánicos: son compuestos cuya estructura química está formada fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

- Aguas residuales de tipo especial: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.
- Aguas residuales de tipo ordinario: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lava trastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.

El tratamiento de las aguas residuales da como resultado la eliminación de microorganismos patógenos, evitando así que estos microorganismos lleguen a ríos o a otras fuentes de abastecimiento. Específicamente el tratamiento biológico de las aguas residuales es considerado un tratamiento secundario, ya que éste está ligado íntimamente a dos procesos microbiológicos, los cuales pueden ser aerobios y anaerobios.

El tratamiento secundario de las aguas residuales comprende una serie de reacciones complejas de digestión y fermentación efectuadas por un huésped de diferentes especies bacterianas, el resultado neto es la conversión de materiales orgánicos en CO_2 y gas metano, este último se puede separar y quemar como una fuente de energía. Debido a que ambos productos finales son volátiles, el efluente líquido ha disminuido notablemente su contenido en sustancias orgánicas. La eficiencia de un proceso de tratamiento se expresa en términos de porcentaje de disminución de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) inicial.

6.2. Definiciones que deben manejarse sobre aguas residuales

- Carga: el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente y expresada en kilogramos por día.
- Caudal: el volumen de agua por unidad de tiempo
- Afluente: el agua captada por un ente generador
- Aguas residuales de tipo ordinario: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lava trastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.
- Alcantarillado pluvial: el conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

- Alcantarillado público: el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.
- Caracterización de una muestra: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.
- Caracterización de un efluente o un afluente: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el presente reglamento.
- Coliformes fecales: el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.
- Cuerpo receptor: embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.
- Demanda bioquímica de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados *Celsius*.

- Demanda química de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.
- Dilución: el proceso que consiste en agregar un volumen de agua con el propósito de disminuir la concentración en un efluente de aguas residuales.
- Efluente de aguas residuales: las aguas residuales descargadas por un ente generador.
- Entes generadores: la persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.
- Entes generadores existentes: los entes generadores establecidos previo a la vigencia del presente reglamento.
- Entes generadores nuevos: los entes generadores establecidos posteriormente a la vigencia del presente reglamento.
- Estabilización de lodos: el proceso físico, químico o biológico al que se someten los lodos para acondicionarlos previo a su aprovechamiento o disposición final.

- Estero: la zona del litoral que se inunda durante la pleamar. puede ser tanto arenoso como rocoso y en ocasiones alcanza gran amplitud, tanto mayor cuanto más leve sea la pendiente y más notorias las mareas. con frecuencia tiene un amplio desarrollo en las desembocaduras fluviales.
- Eutrofización: el proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.
- Fertirriego: la práctica agrícola que permite el reuso de un efluente de aguas residuales, que no requiere tratamiento, a fin de aprovechar los diversos nutrientes que posee para destinarlos en la recuperación y mejoramiento de suelos, así como en fertilización de cultivos que no se consuman crudos o precocidos.
- Humedal: el sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.
- Instrumentos de evaluación ambiental: los documentos técnicos definidos en el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo no. 23-2003 y sus reformas, contenidos en los Acuerdos Gubernativos no. 424-2003 y 704-2003; los cuales permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

- Límite máximo permisible: el valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales y en aguas para reuso y lodos.
- Lodos: los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales.
- Manto freático: la capa de roca subterránea porosa y fisurada que actúa como reservorio de aguas que pueden ser utilizables por gravedad o por bombeo.
- Meta de cumplimiento: la determinación numérica de los valores que deben alcanzarse en la descarga de aguas residuales al final de cada etapa de cumplimiento. en el caso de los entes generadores nuevos y de las personas nuevas que descargan al alcantarillado público, al iniciar operaciones.
- Modelo de reducción progresiva: el régimen de cumplimiento de valores de parámetros en cargas, con parámetro de calidad asociado, en distintas etapas.
- Monitoreo: el proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes aguas para reuso y lodos.
- Muestra: la parte representativa, a analizar, de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

- Muestras compuestas: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.
- Muestra simple: la muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos en el momento de la toma.
- Parámetro: la variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándole un valor numérico.
- Parámetro de calidad asociado: el valor de concentración de demanda bioquímica de oxígeno, expresado en miligramos por litro, que determina la condición del efluente y se aplica en el modelo de reducción progresiva de cargas.
- Persona que descarga al alcantarillado público: la persona individual o jurídica, pública o privada, que descarga aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.
- Persona existente que descarga al alcantarillado público: la persona que descarga al alcantarillado público establecida previo a la vigencia del presente reglamento.
- Persona nueva que descarga al alcantarillado público: la persona que descarga al alcantarillado público establecida posteriormente a la vigencia del presente reglamento.

- Punto de descarga: el sitio en el cual el efluente de aguas residuales confluye en un cuerpo receptor o con otro efluente de aguas residuales.
- Reuso: el aprovechamiento de un efluente, tratado o no
- Servicios públicos municipales: aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.
- Sistema de alcantarillado privado: el conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo especial, originadas por distintas personas individuales o jurídicas privadas, hasta su disposición a una planta de tratamiento de aguas residuales privada.
- Tratamiento de aguas residuales: cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.

6.3. Reglamento de descarga de aguas residuales

El objetivo del Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita lo siguiente:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada

Otro objetivo del presente Reglamento es establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promuevan la conservación y mejoramiento del recurso hídrico. El Reglamento debe aplicarse a:

- Los entes generadores de aguas residuales
- Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público
- Las personas que produzcan aguas residuales para reuso
- Las personas que rehúsen parcial o totalmente aguas residuales
- Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos

La aplicación del Reglamento es responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

6.4. Inicio del problema

La empresa se dedica al procesamiento de aves, partiendo desde que se sacrifican, hasta el empaque de todos los productos obtenidos, al realizar este proceso se van desechando pequeñas partes de las aves, estas pequeñas partes se consideran como desperdicios y se dividen en dos tipos: las mermas causadas por el proceso y los subproductos que son las partes que no le agregan ningún valor a los productos terminados. Entre los desperdicios que comúnmente se observan podemos mencionar los siguientes:

- **Vísceras:** de esta parte del proceso es donde sale la gran mayoría de impurezas que se mezclan con el agua, estas son partes de las aves que no se utilizan en ningún producto dentro de la planta y para deshacerse de estas primero se remueven de las aves para después ser lavadas, en el transcurso de esto, de las vísceras sale grasa y otras impurezas que finalmente es de lo que contamina el agua que sale de la planta.
- **Sangre:** la mayor parte de esta es almacenada, para después ser utilizada en fábrica de harinas, pero siempre queda una parte que cae del pollo durante el recorrido del proceso.
- **Excremento:** las jaulas en donde se transportan las aves suelen contener excremento, lo cual se suele limpiar dentro de la empresa.
- **Grasa:** partículas de grasa se van desprendiendo de las aves a lo largo de todo el proceso, estas partículas caen a los drenajes y es así como se mezcla con el agua que se utiliza en la planta.

- Piel: suele suceder que alguna máquina en una parte de todo el recorrido desgarre una parte de las aves, y esto provoca que los residuos de la piel del ave tengan que ser removidos y la forma más higiénica que existe es arrastrarla por medio de agua potable.

6.5. Problemas que ocasiona el mal manejo del agua

- El problema más grave que se puede mencionar ocasionado por aguas residuales, se debe a que esta agua se puede llegar a mezclar con reservas naturales las cuales distribuyen de este líquido a toda la flora, fauna y posiblemente hasta donde se encuentren ubicadas las viviendas de muchas personas, reduciéndoles así la calidad de vida de las comunidades.
- Al no cumplir con los parámetros establecidos por ley, se pueden tener problemas como multas o suspensión total de las actividades de la empresa.
- Los olores que desprenden las sustancias residuales provienen del amoníaco, sulfitos, mercaptanos, eskatoles y otras sustancias.

Entre los índices de contaminación que más afectan y que debemos controlar y reducir tenemos los siguientes.

6.5.1. D.B.O.

Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO_5) y se expresa en miligramos de oxígeno/litro.

Es un método aplicable en aguas superficiales continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría, utilizándose en este caso el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

El método mide la concentración de los contaminantes orgánicos. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que existan sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas también por las bacterias en disolución. Para evitar este hecho se añade N-aliltiourea como inhibidor.

6.5.2. D.Q.O.

Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno/litro.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría y, en este caso, se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

El método mide la concentración de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.).

6.6. Beneficios que genera la reducción de impurezas en el agua

Al invertir en tratamientos de este tipo en las empresas no se genera ningún tipo de ganancia extra o reducción de costos, pero si otros aspectos legales y de responsabilidad social que se deben tomar en cuenta.

- Cumplir con los parámetros estipulados por ley: al cumplir con los parámetros establecidos se evitan inconvenientes o problemas como multas o atrasos que posteriormente se puedan dar.

- Mejor imagen de la empresa: la imagen que genera la empresa producto de la reducción de índices de contaminación, es de una empresa con conciencia social que vela por el bienestar de toda la población en general.

- Reducción en la contaminación de toda el agua en general: al disminuir la cantidad de impurezas en el agua encontramos otros beneficios extras dentro de la planta, entre estos tenemos:
 - Eliminación de olores: los olores que desprenden las sustancias residuales provienen del amoníaco, sulfitos, mercaptanos, eskatoles, y otras sustancias. Con una dosificación permanente de un tratamiento biológico se eliminan estos y otros olores.

 - Prevención de la corrosión: la corrosión tiene lugar como resultado del ataque de los compuestos sulfúricos, amoniacales y otras sustancias a los distintos materiales. La dosificación de bacterias evita la formación de la mayoría de estas sustancias y por lo tanto previene la corrosión.

 - Reducción de los niveles de DQO y DBO, los tratamientos biológicos están especialmente concebidos para disminuir la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) a niveles inferiores a los máximos autorizados por las regulaciones vigentes (siempre y cuando se cuente con retención o aireación suficiente).

- Reducción de los niveles de ST y SST: estos tratamientos aceleran la digestión de los Sólidos Totales (ST) por los microorganismos presentes en las aguas residuales. En el caso de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), el tratamiento convencional, disminuye estos a niveles inferiores a los máximos autorizados por las regulaciones vigentes (siempre y cuando se cuente con retención o aireación suficiente).
- Eliminación de Aceites y Grasas: el tratamiento permite la conversión de aceites y grasas en moléculas de cadena corta, lo cual facilita su digestión por los microorganismos presentes.
- Incremento en el Contenido de Oxígeno Disuelto: la introducción de bacterias en líquidos aumenta el contenido de Oxígeno Disuelto (OD) y reduce la tensión superficial de los mismos.

6.7. Parámetros con los que se debe cumplir según el reglamento

Tabla III. D.B.O. etapas uno y dos

Etapa	Uno					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once					
Duración, años	5.00					
Carga, kilogramos por día	$3000 \leq EG < 6000$	$6000 \leq EG < 12000$	$12000 \leq EG < 25000$	$25000 \leq EG < 50000$	$50000 \leq EG < 250000$	
Reducción porcentual	10.00	20.00	30.00	35.00	50.00	
Etapa	Dos					
Duración, años	4.00					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince					
Carga, kilogramos por día	$3000 \leq EG < 5500$	$5500 \leq EG < 10000$	$10000 \leq EG < 30000$	$30000 \leq EG < 50000$	$50000 \leq EG < 125000$	
Reducción porcentual	10.00	20.00	40.00	45.00	50.00	

Fuente: Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Tabla IV. **D.B.O. etapas tres y cuatro**

Etapa	Tres			
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte			
Duración, años	5.00			
Carga, kilogramos por día	3000 ≤ EG < 5000	5000 ≤ EG < 10000	10000 ≤ EG < 30000	30000 ≤ EG < 65000
Reducción porcentual	50.00	70.00	85.00	90.00
Etapa	Cuatro			
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro			
Duración, años	4.00			
Carga, kilogramos por día	3000 < EG < 4000	4000 ≤ EG < 7000		
Reducción porcentual	40.00	60.00		
EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.				

Fuente: Acuerdo Gubernativo 236-2006.

6.8. Tipos de tratamientos de agua

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reuso. Es común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente.

A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.).

Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

6.8.1. Tratamiento convencional

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas: pre tratamiento, primaria, secundaria y terciaria. Algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria.

- Etapa preliminar: la etapa preliminar debe cumplir dos funciones:
 - Medir y regular el caudal de agua que ingresa a la planta;
 - Extraer los sólidos flotantes grandes y la arena (a veces, también la grasa).

Normalmente las plantas están diseñadas para tratar un volumen de agua constante, lo cual debe adaptarse a que el agua servida producida por una comunidad no es constante. Hay horas, generalmente durante el día, en las que el volumen de agua producida es mayor, por lo que deben instalarse sistemas de regulación de forma que el caudal que ingrese al sistema de tratamiento sea uniforme.

Asimismo, para que el proceso pueda efectuarse normalmente, es necesario filtrar el agua para retirar de ella sólidos y grasas. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, trituradores (a veces), desgrasadores y desarenadores.

En esta etapa también se puede realizar la preaireación, cuyas funciones son:

- Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes.
 - Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento.
- Etapa primaria: tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes. Así, para completar este proceso se pueden agregar compuestos químicos (sales de hierro, aluminio y polielectrolitos floculantes) con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide.

Las estructuras encargadas de esta función son los estanques de sedimentación primarios o clarificadores primarios. Habitualmente están diseñados para suprimir aquellas partículas que tienen tasas de sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. Asimismo, el período de retención es normalmente corto, 1 a 2 h. Con estos parámetros, la profundidad del estanque fluctúa entre 2 a 5 m.

En esta etapa se elimina por precipitación alrededor del 60 al 70% de los sólidos en suspensión. En la mayoría de las plantas existen varios sedimentadores primarios y su forma puede ser circular, cuadrada a rectangular;

- Etapa secundaria: tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua residual y que se desarrollan en un reactor o cuba de aireación, más los que se desarrollan, en menor medida en el decantador secundario.

Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación en anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana que precipita en el decantador secundario. Así, el agua queda limpia a cambio de producirse unos fangos para los que hay que buscar un medio de eliminarlos.

En el decantador secundario, hay un flujo tranquilo de agua, de forma que la biomasa, es decir, los flóculos bacterianos producidos en el reactor, sedimentan. El sedimento que se produce y que, como se dijo, está formado fundamentalmente por bacterias, se denomina fango activo.

Los microorganismos del reactor aireado pueden estar en suspensión en el agua (procesos de crecimiento suspendido o fangos activados), adheridos a un medio de suspensión (procesos de crecimiento adherido) o distribuidos en un sistema mixto (procesos de crecimiento mixto).

Las estructuras usadas para el tratamiento secundario incluyen filtros de arena intermitentes, filtros percoladores, contactores biológicos rotatorios, lechos fluidizados, estanques de fangos activos, lagunas de estabilización u oxidación y sistemas de digestión de fangos.

- Etapa terciaria: tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutrofización, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno y mata la fauna existente en la zona. No todas las plantas tienen esta etapa ya que dependerá de la composición del agua residual y el destino que se le dará.

6.8.2. Tratamiento especial

Se aplican en general a las aguas industriales, y suelen ser una combinación de procesos convencionales con procesos químicos, pues estas aguas suelen tener un DQO que es uno o varios órdenes de magnitud superior a la DBO. Son procesos habituales en estas plantas la corrección del potencial de hidrogeno (PH) y la precipitación química.

Las depuradoras generan malos olores provenientes de las fases anaerobias que aparecen a lo largo del proceso de depuración. Como soluciones preventivas se utiliza la adición de oxígeno en forma de Nitrato Cálcico para inhibir la aparición de Ácido Sulfúrico (H₂S).

CONCLUSIONES

1. El sistema mejorado realiza un pesaje más exacto y confiable lo que con lleva a reducir considerablemente el repesado en el proceso.
2. En caso de que el sistema falle se debe improvisar con personal para que realicen esta operación manualmente, de esta manera se evita detener el proceso de producción.
3. Para llevar a cabo una inversión de este tipo se deben analizar los índices de productividad que se tienen y detectar si hay alguno que no esté generando la utilidad deseada, a partir de esto se debe buscar cómo mejorar y si la diferencia es realmente significativa se debe proceder a realizar la mejora.
4. Con el montaje del sistema nuevo se disminuye la mano de obra en el proceso y se obtiene un dato más real de las libras procesadas.
5. La tolerancia con la que trabaja el sistema nuevo es menor a la del sistema anterior, por ello se puede cumplir más a cabalidad con los pesos que los clientes requieren.
6. Al crear un cronograma de actividades se puede definir una ruta crítica de los trabajos a realizar, entre estos hay trabajos que se pueden adelantar y trabajos que sin duda se deben realizar durante el montaje.

7. Entre los beneficios obtenidos más significativos tenemos la reducción de horas hombre esto en base a la diferencia de este parámetro antes y después del montaje del sistema mejorado.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario proveer de recursos al personal involucrado en la instalación, ya que de faltar algo ocasionará atrasos y riesgo de no terminar a tiempo el montaje del sistema nuevo.
2. Establecer reuniones con encargados y supervisores de otras áreas, específicamente para tratar temas relacionados al montaje, ya que se deben coordinar los trabajos.
3. Se debe capacitar e instruir con anticipación al personal operativo para que no se les dificulte el uso del sistema nuevo, ya que éste se opera con un *software* totalmente diferente al del sistema anterior.
4. Se deben realizar en su totalidad todos los trabajos previos a la instalación, para aprovechar el tiempo y enfocarse en todos los que sin lugar a duda se tienen que realizar durante el montaje.
5. Para programar un mantenimiento preventivo para este sistema se debe consultar al fabricante con qué frecuencia se debe realizar y el procedimiento a utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALASTRUÉ AGUARELES, Antonio. *Prontuario de electricidad práctica*. 4 ed. México: Marcombo, 1999. p. 30 - 45.
2. BACHMAN, George. *Manual de plomería y tubería*. México: Ecsa, 1991. p. 18 - 23.
3. DUFFUAA, Salih. *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. México: Limusa, 2000. p. 43 - 61. ISBN 9789681859183.
4. GÓMEZ CEJA, Guillermo. *Sistemas administrativos análisis y diseño*. México: McGraw-Hill, 1997. p. 25 - 30. ISBN 9701011716.
5. LOCKYER, Keith. *La producción industrial, su administración*. México: Alfaomega, 1993. p. 3 - 6. ISBN 9686062920.
6. LUCAS, Henry. *Conceptos de los sistemas de información para la administración*. México: McGraw-Hill, 1983. p. 50 - 65.
7. REYES PONCE, Agustín. *Administración de empresas: teoría y práctica*. México: Limusa, 1982. p. 3 - 25.
8. STEWART, Harry. *Energía hidráulica y neumática industrial*. Madrid: Interciencia, 1964. p. 3 - 25.

9. SUMANTH, David. *Administración para la productividad total: un enfoque sistémico y cuantitativo para competir en calidad, precio y tiempo*. México: Continental, 1999. p. 10 - 16. ISBN 968261158X.

10. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 4 ed. Guatemala: s.e., 2004. p. 10 - 30.

ANEXOS

ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 236-2006

Guatemala, 5 de mayo de 2006.

CONSIDERANDO:

Que por imperativo constitucional el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga el impacto adverso del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, para lo cual es necesario dictar normas que garanticen la utilización y el aprovechamiento racional de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, evitando su depredación.

CONSIDERANDO:

Que la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, se deben emitir las disposiciones y reglamentos correspondientes para ejercer el control, aprovechamiento y uso de las aguas; así como prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica.

CONSIDERANDO:

Que es necesario contar con un instrumento normativo moderno que ofrezca certeza jurídica para la inversión, permita la creación de empleo, propicie el mejoramiento progresivo de la calidad de las aguas y contribuya a la sostenibilidad del recurso hídrico; coordinando para el efecto los esfuerzos de los órganos de la administración pública con las municipalidades y la sociedad civil.

POR TANTO:

En uso de las funciones que le confieren el artículo 183 literal e) de la Constitución Política de la República de Guatemala,

ACUERDA:

Emitir el siguiente

**REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES
Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS**

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1. OBJETO.

El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.

- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.

- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

ARTICULO 2. APLICACIÓN.

El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a) Los entes generadores de aguas residuales;

- b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;

- c) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;

- d) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y

- e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

ARTICULO 3. COMPETENCIA.

Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

CAPÍTULO II

DEFINICIONES

ARTICULO 4. DEFINICIONES.

Para los efectos de la aplicación e interpretación de este Reglamento, se entenderá por:

AFLUENTE: el agua captada por un ente generador.

AGUAS RESIDUALES: las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado

ALCANTARILLADO PLUVIAL: el conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

ALCANTARILLADO PÚBLICO: el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.

CARACTERIZACIÓN DE UNA MUESTRA: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

CARACTERIZACIÓN DE UN EFLUENTE O UN AFLUENTE: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el presente Reglamento.

CARGA: el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente y expresada en kilogramos por día.

CAUDAL: el volumen de agua por unidad de tiempo.

COLIFORMES FECALES: el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.

CUERPO RECEPTOR: embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO: la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

DILUCION: el proceso que consiste en agregar un volumen de agua con el propósito de disminuir la concentración en un efluente de aguas residuales.

EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES: las aguas residuales descargadas por un ente generador.

ENTES GENERADORES: la persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

ENTES GENERADORES EXISTENTES: los entes generadores establecidos previo a la vigencia del presente Reglamento.

ENTES GENERADORES NUEVOS: los entes generadores establecidos posteriormente a la vigencia del presente Reglamento

ESTABILIZACIÓN DE LODOS: el Proceso físico, químico o biológico al que se someten los lodos para acondicionarlos previo a su aprovechamiento o disposición final.

ESTERO: la zona del litoral que se inunda durante la pleamar. Puede ser tanto arenoso como rocoso y en ocasiones alcanza gran amplitud, tanto mayor cuanto más leve sea la pendiente y más notorias las mareas. Con frecuencia tiene un amplio desarrollo en las desembocaduras fluviales.

EUTROFIZACIÓN: el proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

FERTIRRIEGO: la práctica agrícola que permite el reuso de un efluente de aguas residuales, que no requiere tratamiento, a fin de aprovechar los diversos nutrientes que posee para destinarlos en la recuperación y mejoramiento de suelos así como en fertilización de cultivos que no se consuman crudos o precocidos.

HUMEDAL: el sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL: los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 23-2003 y sus reformas, contenidos en los Acuerdos Gubernativos No. 424-2003 y 704-2003; los cuales permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE: el valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales y en aguas para reuso y lodos.

LODOS: los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales.

MANTO FREÁTICO: la capa de roca subterránea porosa y fisurada que actúa como reservorio de aguas que pueden ser utilizables por gravedad o por bombeo.

META DE CUMPLIMIENTO: la determinación numérica de los valores que deben alcanzarse en la descarga de aguas residuales al final de cada etapa de cumplimiento. En el caso de los entes generadores nuevos y de las personas nuevas que descargan al alcantarillado público, al iniciar operaciones.

MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA: el régimen de cumplimiento de valores de parámetros en cargas, con parámetro de calidad asociado, en distintas etapas.

MONITOREO: el proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes aguas para reuso y lodos.

MUESTRA: la parte representativa, a analizar, de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

MUESTRAS COMPUESTAS: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

MUESTRA SIMPLE: la muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos en el momento de la toma.

PARÁMETRO: la variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándole un valor numérico.

PARÁMETRO DE CALIDAD ASOCIADO: el valor de concentración de demanda bioquímica de oxígeno, expresado en miligramos por litro, que determina la condición del efluente y se aplica en el modelo de reducción progresiva de cargas.

PERSONA QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona individual o jurídica, pública o privada, que descarga aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.

PERSONA EXISTENTE QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona que descarga al alcantarillado público establecida previo a la vigencia del presente Reglamento.

PERSONA NUEVA QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona que descarga al alcantarillado público establecida posteriormente a la vigencia del presente Reglamento.

PUNTO DE DESCARGA: el sitio en el cual el efluente de aguas residuales confluye en un cuerpo receptor o con otro efluente de aguas residuales.
REUSO: el aprovechamiento de un efluente, tratado o no.

SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES: aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PRIVADO: el conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo especial, originadas por distintas personas individuales o jurídicas privadas, hasta su disposición a una planta de tratamiento de aguas residuales privada.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.

CAPÍTULO III

ESTUDIO TÉCNICO

ARTICULO 5. ESTUDIO TÉCNICO.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos.

ARTICULO 6. CONTENIDO DEL ESTUDIO TÉCNICO.

Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas, indicadas en el artículo 5 del presente Reglamento, para documentar el estudio técnico deberán tomar en cuenta los siguientes requisitos:

I. Información general:

a) Nombre, razón o denominación social.

b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente Reglamento.

d) Horarios de descarga de aguas residuales.

e) Descripción del tratamiento de aguas residuales.

f) Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.

g) Caracterización de las aguas para reuso.

h) Caracterización de lodos a disponer.

i) Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del artículo 23 del presente Reglamento.

j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.

k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.

l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.

II. Documentos:

a) Plano de localización y ubicación, con coordenadas geográficas, del ente generador o de la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público.

b) Plano de ubicación y localización, con coordenadas geográficas, del o los dispositivos de descarga, para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente. En el caso del afluente cuando aplique.

c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reuso y lodos. Las municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, a personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, incluirán la siguiente información: el catastro de dichos usuarios y el monitoreo de sus descargas.

d) Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado.

e) Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas.

ARTICULO 7. RESGUARDO DEL ESTUDIO TÉCNICO.

La persona individual o jurídica conservará el Estudio Técnico, manteniéndolo a disposición de las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando se lo requieran por razones de seguimiento y evaluación.

ARTICULO 8. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.

Para los efectos del cumplimiento del artículo 97 del Código de Salud el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales al aprobar un Instrumento de Evaluación Ambiental a los entes generadores nuevos, incluirá en la resolución el dictamen relacionado con la descarga de aguas residuales de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento.

Para efectos de verificación y control del cumplimiento de este Reglamento, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá utilizar los Instrumentos contenidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

ARTICULO 9. PLAZO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO Y CUMPLIMIENTO.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá evaluar en forma permanente el desempeño ambiental y el cumplimiento de los planes contemplados en el numeral II Documentos, literales c) y d) del artículo 6.

ARTICULO 10. VIGENCIA DEL ESTUDIO TÉCNICO.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas deberá, cada cinco años, actualizar el contenido del estudio técnico estipulado en el presente Reglamento.

ARTICULO 11. AMPLIACION DEL ESTUDIO TÉCNICO.

En caso de que las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales determinen que la información del artículo 6 se puede fortalecer adicionando datos, justificará por escrito su requerimiento.

ARTICULO 12. EXENCIÓN DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS.

La exención de medición de parámetros procederá cuando se demuestre a través del Estudio al que se refiere el artículo 5 del presente Reglamento, que por las características del proceso productivo no se generan algunos de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, aplicables a descarga de aguas residuales, reuso de aguas residuales y lodos.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN

ARTICULO 13. CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE Y DEL EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico.

ARTICULO 14. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS PARA REUSO.

La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reusen, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico.

ARTICULO 15. CARACTERIZACIÓN DE LODOS.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar lodos, deberá realizar la caracterización de los mismos e incluir el resultado en el estudio técnico.

CAPÍTULO V

PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA A CUERPOS RECEPTORES

ARTICULO 16. PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES.

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Sólidos suspendidos totales,
- f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- g) Demanda química de oxígeno, h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Arsénico,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobre,

- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

ARTICULO 17. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.

Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor, conforme a los valores y etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5.00				
Carga, kilogramos por día	3000 ≤ EG < 6000	6000 ≤ EG < 12000	12000 ≤ EG < 25000	25000 ≤ EG < 50000	50000 ≤ EG < 250000
Reducción porcentual	10.00	20.00	30.00	35.00	50.00
Etapa	Dos				
Duración, años	4.00				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				

Carga, kilogramos por día	$3000 \leq EG < 5500$	$5500 \leq EG < 10000$	$10000 \leq EG < 30000$	$30000 \leq EG < 50000$	$50000 \leq EG < 125000$
Reducción porcentual	10.00	20.00	40.00	45.00	50.00
Etapa	Tres				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5.00				
Carga, kilogramos por día	$3000 \leq EG < 5000$	$5000 \leq EG < 10000$	$10000 \leq EG < 30000$	$30000 \leq EG < 65000$	
Reducción porcentual	50.00	70.00	85.00	90.00	
Etapa	Cuatro				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4.00				
Carga, kilogramos por día	$3000 < EG < 4000$		$4000 \leq EG < 7000$		
Reducción porcentual	40.00		60.00		
EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.					

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

ARTICULO 18. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.

Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

ARTICULO 19. META DE CUMPLIMIENTO.

La meta de cumplimiento, al finalizar las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas, se establece en tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes que alcancen y mantengan éstos valores habrán cumplido con la meta establecida en este artículo y con el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17 del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los porcentajes correspondientes a la primera columna del lado izquierdo correspondiente a los rangos, en el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17, del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

ARTICULO 20. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES.

Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores son:

Fecha máxima de cumplimiento						
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores inicial	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1,500.00	100.00	50.00	25.00	10.00
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3,500.00	600.00	400.00	150.00	100.00
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1,400.00	100.00	50.00	25.00	20.00
Fósforo total	Miligramos por litro	700.00	75.00	30.00	15.00	10.00

Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	1×10^8	1×10^6	1×10^5	1×10^4	1×10^4
Arsénico	Miligramos por litro	1.00	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1.00	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6.00	3.00	1.00	1.00	1.00
Cobre	Miligramos por litro	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1.00	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6.00	4.00	2.00	2.00	2.00
Plomo	Miligramos por litro	4.00	1.00	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Color	Unidades platino cobalto	1,500.00	1,300.00	1,000.00	750.00	500.00
TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.						

ARTICULO 21. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA ENTES GENERADORES NUEVOS.

Los entes generadores nuevos deberán cumplir, desde el inicio de sus operaciones, con una meta de tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de que el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno:

Adicionalmente, deberán cumplir los límites máximos permisibles de los parámetros siguientes:

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	10.00
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100.00
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20.00
Fósforo total	Miligramos por litro	10.00
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$<1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	0.1

Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1.00
Cobre	Miligramos por litro	3.00
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2.00
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10.00
Color	Unidades platino cobalto	500.00
TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.		

Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente se requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el ente generador deberá cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el presente artículo.

El ente generador nuevo que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

ARTICULO 22. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN ESTEROS.

Cuando el cuerpo receptor sea un estero se aplicarán las siguientes disposiciones:

a) Los entes generadores existentes deberán observar los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 20 del presente Reglamento. El parámetro de demanda bioquímica de oxígeno aplicable es el siguiente:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			Etapa			
Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	500.00	300.00	250.00	150.00	100.00

b) Los entes generadores nuevos deberán aplicar los límites máximos permisibles y la reducción de la última etapa del artículo 20 y del artículo 22 literal a).

c) Para los entes generadores que descargan aguas residuales de tipo especial a esteros, los valores de las concentraciones de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, se determinan de acuerdo a la diferencia entre la concentración del efluente y la del afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles de los artículos 20 y 22 literal a) del presente Reglamento.

d) A los entes generadores regulados en el presente artículo no les serán aplicables los artículos 17 y 19, del presente Reglamento.

ARTICULO 23. DEDUCCIÓN ESPECIAL DE VALORES EN PARÁMETROS.

A los entes generadores de aguas residuales de tipo especial que registren en sus afluentes valores mayores a los límites máximos permisibles de los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, se aplicará el concepto de deducción especial. Dicha deducción especial consiste en resta el valor de cada parámetro del efluente del valor registrado en el afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles del presente Reglamento.

ARTICULO 24. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES PARA AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES Y DE URBANIZACIONES NO CONECTADAS AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, cumplirán con los límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores, de cualesquiera de las formas siguientes:

a) Con lo preceptuado en los artículos 17, 18, 19 y 20, de conformidad con los plazos establecidos en estos artículos del presente Reglamento.

b) Con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el siguiente cuadro:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100.00	50.00	10.00	10.00	10.00
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700.00	250.00	100.00	100.00	100.00
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300.00	275.00	200.00	100.00	100.00
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150.00	150.00	70.00	20.00	20.00
Fósforo total	Miligramos por litro	50.00	40.00	20.00	10.00	10.00

Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$<1 \times 10^8$	$<1 \times 10^7$	$<1 \times 10^4$	$<1 \times 10^4$	$<1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	1.00	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1.00	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cobre	Miligramos por litro	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1.00	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Plomo	Miligramos por litro	4.00	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Color	Unidades platino cobalto	1,500.00	1,000.00	750.00	500.00	500.00

Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos con sistemas de tratamiento primario al cumplirse a más tardar el dos de mayo del dos mil quince.

Las municipalidades que reciban descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento primario, no estarán sujetas a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno del cuadro anterior, del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico.

La anterior disposición no exime a las municipalidades de cumplir con límites máximos permisibles de los parámetros del párrafo anterior en las etapas subsiguientes.

CAPÍTULO VI

PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

ARTICULO 25. PARÁMETROS.

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales vertidas al alcantarillado público son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- f) Demanda química de oxígeno,
- g) Sólidos suspendidos totales,
- h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Arsénico,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobre,

- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

ARTICULO 26. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO PARA DESCARGAS AL ALCANTARILLADO PUBLICO.

Las personas existentes que descargan al alcantarillado público deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno, conforme a los valores y las etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5.00				
Carga, kilogramos por día	3000 ≤ EG < 6000	6000 ≤ EG < 12000	12000 ≤ EG < 25000	25000 ≤ EG < 50000	50000 ≤ EG < 250000
Reducción porcentual	10.00	20.00	30.00	35.00	50.00
Etapa	Dos				
Duración,	4.00				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				

Carga, kilogramos por día	3000 ≤EG <6000	6000 ≤EG <12000	12000 ≤EG <25000	25000 ≤EG <50000	50000 ≤EG <250000
Reducción porcentual	10.00	20.00	40.00	45.00	50.00
Etapa	Tres				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5.00				
Carga, kilogramos por día	3000 ≤ EG <5000	5000 ≤ EG <10000	10000 ≤ EG <30000	30000 ≤ EG <65000	
Reducción	50.00	70.00	85.00	90.00	
Etapa	Cuatro				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4.00				
Carga, kilogramos por día	3000 < EG < 4000			4000 < EG < 7000	
Reducción	40.00			60.00	
EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.					

Las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público y que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, deben continuar con la reducción de la carga, hasta alcanzar el parámetro de valor asociado de cada etapa.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico; dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Para los porcentajes de reducción de la etapa uno se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

ARTICULO 27. PARÁMETRO DE CALIDAD ASOCIADO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.

Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deben cumplir con las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 26 y con los valores del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, que se presentan en el siguiente cuadro:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	3,500.00	1,500.00	750.00	450.00	200.00

ARTICULO 28. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Para la descarga de las aguas residuales de tipo especial hacia un alcantarillado público, se deberá cumplir con los límites máximos permisibles de conformidad con las etapas de cumplimiento correspondientes establecidos en el cuadro siguiente:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	& lt; 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1,500.00	200.00	100.00	60.00	60.00
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3,500.00	1,500.00	700.00	400.00	200.00
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1,400.00	180.00	150.00	80.00	40.00

Fósforo total	Miligramos por litro	700.00	75.00	40.00	20.00	10.00
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1 x10	< 1x10	< 1x10	< 1x10	< 1x10
Arsénico	Miligramos por litro	1.00	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1.00	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6.00	3.00	1.00	1.00	1.00
Cobre	Miligramos por litro	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1.00	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6.00	4.00	2.00	2.00	2.00
Plomo	Miligramos por litro	4.00	1.00	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Color	Unidades platino cobalto	1,500.00	1,300.00	1,000.00	750.00	500.00

Las personas que empleen colorantes no biodegradables en sus procesos productivos y que descarguen aguas residuales al alcantarillado público, deberán indicar en el estudio técnico los tratamientos utilizados para cumplir con los límites máximos permisibles de color en las etapas correspondientes, con el propósito de evitar su incorporación al cuerpo receptor.

ARTICULO 29. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deberán incluir en el Estudio Técnico a que se hace referencia en el artículo 5 del presente Reglamento, la determinación de la demanda química de oxígeno a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

ARTICULO 30. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA PERSONAS NUEVAS QUE DESCARGUEN AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, a las personas nuevas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, se les requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el siguiente cuadro:

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	& lt; 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	60.00
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente

Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	200.00
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	200.00
Nitrógeno total	Miligramos por litro	40.00
Fósforo total	Miligramos por litro	10.00
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6a9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	& lt; 1x10
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1.00
Cobre	Miligramos por litro	3.00
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2.00
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc,	Miligramos por litro	10.00
Color	Unidades platino cobalto	500.00

La persona que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

ARTICULO 31. OPCIONES DE CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que se encuentren autorizadas por la municipalidad para descargar aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, podrán cumplir los límites máximos permisibles de cualesquiera de las formas siguientes:

a) Estableciendo sistemas de tratamiento propios.

b) Pagando a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que se preste, siempre y cuando dichas municipalidades cuenten con sistema de tratamiento para aguas residuales en operación.

Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del presente artículo, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30.

ARTICULO 32. EXENCIÓN DE PAGO POR SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Las personas que descarguen sus aguas residuales al alcantarillado público, cumpliendo con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24 del presente Reglamento, estarán exentas de todo pago por los servicios de tratamiento de aguas residuales brindado por las Municipalidades o las concesionarias.

ARTICULO 33. CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TARIFAS DE SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 3 del Código Municipal, y para efectos de este Reglamento, las municipalidades coordinarán con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la determinación de los criterios técnicos que servirán de base para establecer las tarifas del servicio de tratamiento de aguas residuales, para lo cual se tomará en cuenta como mínimo lo siguiente:

- a) Los costos de operación, mantenimiento, mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

- b) Los límites máximos permisibles establecidos en este Reglamento.

- c) Los estudios técnicos cuyos valores y caracterización sean conocidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el que deba realizar la Municipalidad jurisdiccional.

- d) La tarifa será diferenciada atendiendo a las características de cada descarga.

Las Municipalidades establecerán las tarifas o tasas respectivas de conformidad con el propio Código Municipal.

CAPÍTULO VII

PARÁMETROS DE AGUAS PARA REUSO

ARTICULO 34. AUTORIZACIÓN DE REUSO.

El presente Reglamento autoriza los siguientes tipos de reuso de aguas residuales, que cumplan con los límites máximos permisibles que a cada uso correspondan.

TIPO I: REUSO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN GENERAL: uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de fertirriego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reuso los cultivos considerados en el tipo II.

TIPO II: REUSO PARA CULTIVOS COMESTIBLES: con restricciones en el riego de áreas con cultivos comestibles que se consumen crudos o precocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permisibles del artículo 35. Adicionalmente, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permisibles presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento, a excepción de sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total.

TIPO III: REUSO PARA ACUACULTURA: uso de un efluente para la piscicultura y camaricultura, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

TIPO IV: REUSO PARA PASTOS Y OTROS CULTIVOS: con restricciones en el riego de áreas de cultivos no alimenticios para el ser humano como pastos, forrajes, fibras, semillas y otros, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

TIPO V: REUSO RECREATIVO: con restricciones en el aprovechamiento para fines recreativos en estanques artificiales donde el ser humano sólo puede tener contacto incidental, incluido el riego en áreas verdes, donde el público tenga contacto o no. de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

Cualquier otro reuso no contemplado en el presente artículo deberá ser autorizado previamente por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

ARTICULO 35. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA REUSO.

El agua residual para reuso deberá cumplir con los límites máximos permisibles del siguiente cuadro:

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	$< 2 \times 10^2$
Tipo III	200.00	No aplica
Tipo IV	No aplica	$< 1 \times 10^3$
Tipo V	200.00	$< 1 \times 10^3$

ARTICULO 36. METALES PESADOS Y CIANUROS.

Los límites máximos permisibles de metales pesados y cianuros en las aguas para reuso son los presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento.

ARTICULO 37. RECIRCULACIÓN INTERNA DE AGUA.

Todo ente generador podrá recircular las aguas residuales antes de que las mismas se viertan al cuerpo receptor. Dicha recirculación no se considerará como reuso ni estará sujeta a las disposiciones, del presente Reglamento.

CAPÍTULO VIII

PARÁMETROS PARA LODOS

ARTICULO 38. OBLIGATORIEDAD.

Todos los lodos producidos como consecuencia del tratamiento de aguas residuales que representen un riesgo para el ambiente y la salud y seguridad humana deben cumplir los límites máximos permisibles para su disposición final del presente Reglamento.

ARTICULO 39. APLICACIÓN.

Los lodos que se regulan en el presente Reglamento son aquéllos generados por el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario o especial.

ARTICULO 40. TECNOLOGÍA Y SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS.

Se permite el tratamiento de los lodos por medio de la tecnología o los sistemas que el ente generador considere más adecuados a sus condiciones particulares, incluyendo la incineración a temperaturas mayores de mil quinientos grados Celsius.

ARTICULO 41. DISPOSICIÓN FINAL.

Se permite efectuar la disposición final de lodos, por cualesquiera de las siguientes formas:

a) Aplicación al suelo: acondicionador, abono o compost;

b) Disposición en rellenos sanitarios;

c) Confinamiento o aislamiento; y,

d) Combinación de las antes mencionadas.

ARTICULO 42. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LODOS.

Para poder efectuar la disposición final de lodos de acuerdo a las formas descritas en el artículo 41 del presente Reglamento, los valores de sus propiedades fisicoquímicas no deben exceder los límites máximos permisibles descritos en el siguiente cuadro:

Disposición Final	Dimensionales	Aplicación al suelo	Disposición en rellenos sanitarios	Confinamiento o aislamiento
Arsénico	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento cuatro grados Celsius	50.00	100.00	<100
Cadmio	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento cuatro grados Celsius	50.00	100.00	< 100
Cromo	Miligramos por kilogramo de materia seca a	1,500.00	3,000.00	< 3000

	ciento cuatro grados Celsius			
Mercurio	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento cuatro grados Celsius	25.00	50.00	< 50
Plomo	Miligramos por kilogramo de materia seca a ciento cuatro grados Celsius	500.00	1,000.00	< 1000

Los expresados en el cuadro anterior son los límites máximos permisibles para suelos con potencial de hidrógeno menor que siete unidades. En los suelos que posean potencial de hidrógeno mayor o igual que siete unidades se podrán disponer lodos hasta un cincuenta por ciento más de los valores presentados como límites máximos permisibles.

ARTICULO 43. APLICACIÓN AL SUELO.

Los lodos que presenten metales pesados y que se ajusten a los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 42, podrán disponerse como acondicionador del suelo, en cuyo caso se permitirá disponer hasta doscientos mil kilogramos por hectárea por año. En caso de que la aplicación sea como abono se permitirá disponer hasta cien mil kilogramos por hectárea por año.

ARTICULO 44. DISPOSICIÓN HACIA RELLENOS SANITARIOS.

Se permitirá la disposición en un relleno sanitario de los lodos que no sean bioinfecciosos, que no requieran confinamiento y que cumplan con los límites máximos permisibles del artículo 42 del presente Reglamento.

Los rellenos sanitarios deberán contar con autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y con aval del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

ARTICULO 45. CONFINAMIENTO O AISLAMIENTO.

Los lodos que en su estructura posean compuestos que requieran confinamiento o aislamiento para evitar el impacto adverso del manto freático, las fuentes de suministro de agua superficiales y subterráneas, el suelo, subsuelo y el aire, deben disponerse en recintos que posean autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el aval de los Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social y de Energía y Minas.

ARTICULO 46. COMERCIALIZACIÓN.

La comercialización de los lodos producidos es libre, siempre que los mismos se caractericen y se cumpla con los tratados y convenios internacionales que rijan en la materia ratificados por Guatemala y con lo siguiente:

- a) No debe permitirse el contacto humano directo con los lodos.
- b) Los lodos deben cumplir las especificaciones descritas en el artículo 42.
- c) El transporte de lodos debe realizarse en recipientes y vehículos acondicionados para evitar fugas y derrames.
- d) Los recintos para su almacenamiento transitorio deben ser autorizados para el efecto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- e) Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final deben contar con la autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y si es aplicable del Ministerio de Energía y Minas.

ARTICULO 47. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS.

Las empresas que presten los servicios de extracción, manejo o disposición final de lodos deberán cumplir lo dispuesto en los artículos 41, 42, 43, 44, 45 y 46 del presente Reglamento. En el caso de la contratación de cualquiera de los servicios establecidos en este artículo el ente generador queda exento de responsabilidad.

ARTICULO 48. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales coordinará a través de sus dependencias la realización, a su costa, de muestreos aleatorios de los lotes de lodos que sean dispuestos, a efecto de verificar el cumplimiento de los parámetros del artículo 42 del presente Reglamento, cuando sea aplicable.

CAPÍTULO IX

SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

ARTICULO 49. DE LA FRECUENCIA DE TOMA DE MUESTRAS.

Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reuso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico.

Para el seguimiento y evaluación de lodos, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. En el caso de las entidades contratadas para prestar los servicios de extracción, manejo y disposición final de lodos, éstas tendrán que realizar su toma de muestras de acuerdo al siguiente cuadro:

Peso promedio de lodos producidos	Periodicidad
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual

Los entes generadores deberán llevar un registro de los resultados de estos análisis y conservarlos durante un plazo de cinco años posteriores a su realización, para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando le sea requerido por razones de seguimiento y evaluación.

El número de muestras simples requeridas para conformar una muestra, se indica en el cuadro siguiente:

Número de muestras simples para conformar una muestra compuesta e intervalos por muestreo		
Horas por día que opera la actividad que genera la descarga de aguas residuales	Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo mínimo en horas entre toma de muestras simples
Menor que 8	2.00	2.00
De 8 a 12	3.00	3.00
Mayor que 12	4.00	3.00

ARTICULO 50. MEDICIÓN DE CAUDAL.

En la toma de cada muestra simple se hará una medición de caudal, para poder relacionarla con la concentración y así determinar la carga.

ARTICULO 51. VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales vigilará que se cumplan con todos los requisitos y procedimientos, establecidos en el presente Reglamento para los entes generadores y para las personas que descargan aguas residuales al alcantarillado público. Asimismo, coordinará a través de sus dependencias competentes la realización de muestreos aleatorios en los cuerpos receptores y en los dispositivos para toma de muestras, para evaluar el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico y el cumplimiento del presente Reglamento.

ARTICULO 52. CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.

Los entes generadores deberán contar, en todos los puntos de descarga, con un dispositivo para facilitar la toma de muestras y la medición de caudales; dichos dispositivos deberán estar ubicados en lugares accesibles para la inspección. En el caso de los entes generadores a los cuales se aplique el artículo 22 y 23 contarán con el dispositivo para la toma de muestras del afluente.

ARTICULO 53. LUGARES EXCLUSIVOS PARA TOMA DE MUESTRAS.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y otras entidades de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, de acuerdo con las competencias asignadas por la Ley, a través de sus dependencias respectivas, coordinarán las acciones para la toma de muestras, exclusivamente en lugares donde se encuentran ubicados los dispositivos de descarga mencionados en el artículo 52.

ARTICULO 54. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO.

Para los efectos de lo previsto en el presente Reglamento, los laboratorios estatales, universitarios, privados legalmente constituidos, o los laboratorios establecidos por los entes generadores emplearán los métodos de análisis y muestreo establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas; o en su defecto por entidades como:

a) Asociación Americana de Salud Pública, Asociación Americana de Obras de Agua y Federación de Ambientes Acuáticos en los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales;

b) Organizaciones técnicas reconocidas en el ámbito nacional e internacional, y

c) Especificaciones del fabricante de los equipos que se utilicen.

Los informes de los resultados de los análisis de laboratorio, deberán ser firmados por profesional colegiado activo especializado en la materia.

CAPÍTULO X

PROHIBICIONES Y SANCIONES

ARTICULO 55. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en alcantarillado pluvial

ARTICULO 56. PROHIBICIÓN DE DESCARGA DIRECTA.

Se prohíbe descargar directamente aguas residuales no tratadas al manto freático.

ARTICULO 57. PROHIBICIÓN DE DILUIR.

Se prohíbe el uso de cualquier tipo de aguas ajenas al ente generador, con el propósito de diluir las aguas residuales. Ninguna meta contemplada en el presente Reglamento se puede alcanzar diluyendo.

ARTICULO 58. PROHIBICIÓN DE REUSOS.

Se prohíbe el reuso de aguas residuales en los siguientes casos:

- a) En las zonas núcleo de las áreas protegidas siguientes: parque nacional, reserva biológica, biotopo protegido, monumento natural, área recreativa natural, manantial y refugio de vida silvestre;

- b) En las zonas núcleo de los sitios Ramsar, declarados en el marco de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas;

- c) En otras áreas donde se ponga en riesgo la biodiversidad y la salud y seguridad humana;

- d) Para el uso con fines recreacionales exceptuando el tipo V, indicado en el artículo 34.

ARTICULO 59. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE LODOS.

Se prohíbe terminantemente efectuar la disposición final de lodos en alcantarillados o cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Además, se prohíbe la disposición de lodos como abono para cultivos comestibles que se pueden consumir crudos o precocidos, hortalizas y frutas, sin haber efectuado su estabilización y desinfección respectiva ni haber determinado la ausencia de metales pesados y que no excedan las dos mil unidades formadoras de colonia por kilogramo de coliformes fecales.

ARTICULO 60. APLICACIÓN DE SANCIONES.

Las infracciones a este Reglamento darán lugar a la aplicación de cualesquiera de las sanciones establecidas en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, según el grado de incumplimiento de límites máximos permisibles observando:

- a) La mayor o menor gravedad del impacto ambiental, según el tipo de incumplimiento de que se trate,
- b) La trascendencia del perjuicio a la población,
- c) Las condiciones en que se produce, y
- d) La reincidencia del infractor.

La omisión del cumplimiento de alguno de los requerimientos establecidos en el artículo 6 del presente reglamento, dará lugar a que el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales, de conformidad con lo estipulado en el artículo 29, 31 y 34 de la Ley de la Protección y Mejoramiento de Medio Ambiente, inicie el proceso administrativo correspondiente.

CAPÍTULO XI

DISPOSICIONES FINALES

ARTICULO 61. EXCEPCIÓN DE LA PREPARACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO.

Se exceptúan de la preparación del estudio técnico contemplado en el artículo 5 como ente generador toda vivienda unifamiliar y aquellas edificaciones, públicas y privadas, que generen solamente aguas residuales de tipo ordinario y que cuenten con acometida autorizada hacia el alcantarillado público o de entes administradores de servicios de tratamiento de aguas residuales.

Esta excepción no aplica para las municipalidades ni las empresas que tienen concesionados los servicios de recolección, transporte, manejo o disposición de aguas residuales; ni las plantas de tratamiento de urbanizaciones que no estén conectadas a una acometida municipal; porque de conformidad con lo estipulado en el artículo 5 del presente Reglamento, son generadores de aguas residuales.

ARTICULO 62. LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE FÓSFORO.

Quienes efectúen descargas hacia cuencas de lagos, lagunas o embalses naturales, tendrán obligación de cumplir con cinco miligramos por litro de fósforo total al finalizar la cuarta etapa. Asimismo, en el caso de los entes generadores nuevos deberán cumplir con cinco miligramos por litro de fosforo total al inicio de sus operaciones.

ARTICULO 63. INCUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Y SUS ETAPAS CORRESPONDIENTES.

Se entenderá que hay contaminación cuando los entes generadores existentes y las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público, incumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las etapas correspondientes del artículo 17 y, también, cuando incumplan con las consideraciones de los artículos 19, 20, 22, 26, 27 y 28.

Se entenderá que existe contaminación cuando los entes generadores nuevos y las personas nuevas que descargan aguas residuales al alcantarillado público, incumplan con los límites máximos permisibles en las etapas de cumplimiento correspondientes y las consideraciones contempladas en los artículos 17, 19, 20, 22, 26, 27 y 28, siempre y cuando los valores de sus descargas excedan los límites máximos permisibles que en el momento tengan autorizados los entes generadores existentes.

El incumplimiento de los límites máximos permisibles por parte de los entes generadores nuevos y las personas nuevas que descargan aguas residuales al alcantarillado público, de conformidad con los artículos 21 y 22, y 30, respectivamente, con valores que no excedan los límites máximos permisibles autorizados para los entes generadores existentes, conforme a los artículos 17,

19, 20 y 22 y las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público, conforme a los artículos 26, 27 y 28, en las etapas de cumplimiento uno, dos y tres, dará lugar a la aplicación de las sanciones administrativas que contempla la ley.

Para todos los efectos legales, el período de estabilización otorgado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales a un ente generador nuevo o a una persona nueva que descarga aguas residuales al alcantarillado público, se considerará como una situación de caso fortuito o desastres naturales, y en consecuencia cualquier incumplimiento dentro de dicho período estará excluido de responsabilidad penal o administrativa.

ARTICULO 64. REVISIÓN DEL REGLAMENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.

La revisión del presente Reglamento deberá hacerse cada cuatro años, respetando el principio de gradualidad en las etapas de cumplimiento y considerando el grado de cumplimiento de los entes generadores y de las personas que descargan al alcantarillado público.

ARTICULO 65. CUMPLIMIENTO DE LAS MUNICIPALIDADES.

Las Municipalidades que opten por cumplir lo preceptuado en el literal b) del artículo 24 de este Reglamento, iniciarán el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la etapa uno para entes generadores existentes, el dos de mayo de dos mil once. A partir de dicha fecha, aplicarán las reducciones en los plazos y etapas establecidos, hasta el final de los dieciocho años.

Esta disposición no exime a las Municipalidades del cumplimiento de los demás aspectos que contempla el presente Reglamento.

ARTICULO 66. CUMPLIMIENTO DE PERSONAS PRIVADAS QUE DESCARGAN A SISTEMAS DE TRATAMIENTO PRIVADOS.

Las personas individuales o jurídicas privadas que descargan aguas residuales de tipo especial a un sistema de alcantarillado privado para conducir dichas aguas a la planta de tratamiento de aguas residuales privada en operación no se consideran entes generadores de aguas residuales o personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, porque para los efectos de aplicación del presente Reglamento, la persona individual o jurídica responsable de administrar la planta de tratamiento será considerada el ente generador o la persona que descarga aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público para todos los efectos del presente Reglamento. El único punto de referencia para el control de la descarga en estos-casos es el efluente de la planta de tratamiento.

ARTICULO 67. EPÍGRAFES.

Los epígrafes que preceden a los artículos del presente Reglamento, no tienen validez interpretativa y no pueden ser citados con respecto al contenido y alcances de esta norma.

CAPÍTULO XII

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

ARTICULO 68. PLAZO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público deberá realizar el estudio técnico estipulado en el presente Reglamento, en el plazo de un año, contado a partir de la vigencia del mismo.

ARTICULO 69. EXPEDIENTES EN TRÁMITE.

Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que vierten las aguas residuales a cuerpos receptores cuya solicitud de aprobación de instrumentos de evaluación ambiental se encuentre en trámite antes de la vigencia del presente Reglamento, se considerarán entes generadores existentes para todos los efectos de su aplicación, de acuerdo a los artículos 17, 18, 19, 20 y 22. Asimismo a las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que viertan sus descargas al alcantarillado público y cuya solicitud de aprobación de instrumentos de evaluación ambiental se encuentre en trámite antes de la vigencia del presente Reglamento, les será aplicable lo preceptuado en los artículos 26, 27, 28 y 29 del mismo.

ARTICULO 70. LÍMITES APROBADOS EN ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Cuando en la resolución del Estudio de Evaluación Impacto Ambiental se hayan aprobado límites con valores menores que los contenidos en el presente Reglamento, dichos límites continuarán siendo aplicables a ese ente generador existente. En caso de que los valores de los límites aprobados en la resolución del Estudio de Evaluación Impacto Ambiental sean mayores a los establecidos en los artículos 17, 19, 20, 22, 26, 27 y 28, ese ente generador o persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público, deberá cumplir con lo dispuesto en las etapas y las fechas máximas de cumplimiento que corresponda a los artículos mencionados.

ARTICULO 71. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO.

Los resultados que se obtengan en los Estudios Técnicos: servirán de base para elaborar, en un plazo no mayor de dieciocho meses a partir de la vigencia del presente Reglamento, el modelo de reducción progresiva de cargas correspondiente a la demanda química de oxígeno.

ARTICULO 72. OTROS PARÁMETROS.

Otros parámetros que en el futuro se identifiquen como materia de este Reglamento serán agregados al presente cuerpo normativo al determinarse los mismos.

ARTICULO 73. MANUALES.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales queda facultado para que, en el plazo de un año a partir de la vigencia del presente Reglamento, elabore el Manual General que contenga, entre otros temas, los siguientes:

- a) Toma de muestras de aguas residuales, aguas para reuso y lodos.

- b) Cálculo de cargas. c) Aplicación del modelo de reducción progresiva de cargas

- d) Dedución especial de valores en parámetros.

ARTICULO 74. DEROGATORIA.

Se deroga el Acuerdo Gubernativo número 66-2005 de fecha 17 de febrero de 2005, que contiene el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y cualquier otra disposición que se oponga al presente Reglamento.

ARTICULO 75. VIGENCIA.

El presente Acuerdo empezará a regir el día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América.

COMUNÍQUESE.

OSCAR BERGER

**JUAN MARIO DARY FUENTES
MINISTRO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES**

**LIC. JORGE RAÚL ARROYAVE REYES
SECRETARIO GENERAL
DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA**