



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

**IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN
UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**

Sabino Bernardo Santos Rodríguez

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN
UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SABINO BERNARDO SANTOS RODRÍGUEZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUÉ IXPATA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Veliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADORA	Inga. Karla Lisbeth Martínez Vargas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre de 2012.



Sabino Bernardo Santos Rodriguez

Guatemala, 22 de Enero del 2013

Ingeniero
Cesar Urquizú, Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Faculta de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

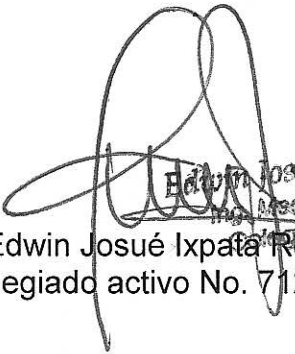
Ingeniero Urquizú:

Por medio de la presente me dirijo a usted para notificarle que ha sido concluido el Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, elaborado por el estudiante **Sabino Bernardo Santos Rodriguez**, tema para el cual fui asignado como asesor.

Considero que se han cumplido las metas propuestas al inicio del trabajo y lo encuentro totalmente satisfactorio, por lo que recomiendo la aprobación del mismo.

Agradeciendo su atención a la presente me suscribo de usted.

Atentamente,


Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
Colegiado activo No. 7128



REF.REV.EMI.087.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario **Sabino Bernardo Santos Rodríguez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Aldo Estuardo García Morales
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Aldo Estuardo García Morales
Colegiado No. 2025

Guatemala, mayo de 2013.


/mgp



REF.DIR.EMI.176.013

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 **IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario **Sabino Bernardo Santos Rodríguez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, junio de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 456 .2013

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: **IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, BASADAS EN UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE UNA GRANJA AVÍCOLA**, presentado por el estudiante universitario **Sabino Bernardo Santos Rodríguez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en Funciones

Guatemala, 28 de junio de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme concluir con éxito una de las metas de mi vida y darme fortaleza cuando más lo necesité.
- Mis padres** Bernardo Santos y María Estela Rodríguez. Por su apoyo y amor incondicional que siempre me han brindado y especialmente por los esfuerzos y sacrificios para que alcanzara esta meta.
- Mi esposa** Rosa María Mayén Osorio. Por su comprensión, atenciones y apoyo durante mi carrera.
- Mis hermanos** Mauro Bernardo Santos Rodríguez (q.e.p.d.) agradeciendo por todos los consejos que me dio en vida. A mis hermanos Gilberto, Cleotilde y Estela Santos. Por su compañía y apoyo, porque han sido una gran fuente de inspiración y principalmente porque cada uno ha compartido su vida mostrándome su amor incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia.....	1
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Política de calidad.....	2
1.1.6. Tipo de organización.....	2
1.1.6.1. Organigrama.....	3
1.1.6.2. Descripción de puestos.....	4
1.1.6.3. Productos.....	5
1.1.7. Distribución de planta.....	5
1.2. La avicultura.....	6
1.2.1. Avicultura tecnificada y tradicional.....	6
1.2.2. La avicultura en Guatemala.....	7
1.2.3. Legislación que regula el ambiente en la industria avícola.....	8
1.3. Producción más Limpia.....	13

1.3.1.	Generalidades	13
1.3.2.	Definición e importancia	13
1.3.3.	Evaluación y estudio.....	14
1.3.4.	Control de la contaminación	15
1.3.5.	Imagen ambiental y competitividad.....	16
1.4.	Mantenimiento.....	17
1.4.1.	Definición e importancia	17
1.4.2.	Características	18
1.4.3.	Tipos	19
1.4.3.1.	Correctivo	19
1.4.3.2.	Preventivo.....	20
1.4.3.3.	Predictivo.....	20
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	21
2.1.	Planta de producción.....	21
2.1.1.	Descripción de las actividades.....	21
2.2.	Descripción del proceso productivo	22
2.2.1.	Diagrama del proceso	22
2.2.2.	Preparación y limpieza de galpones	24
2.2.3.	Recepción de materia prima	24
2.2.4.	Producción de huevo	25
2.2.4.1.	Recepción.....	25
2.2.4.2.	Levante.....	25
2.2.4.3.	Postura	26
2.2.4.4.	Clasificación	26
2.2.4.5.	Empaque	26
2.2.5.	Proceso de engorde	27
2.2.5.1.	Recepción.....	27
2.2.5.2.	Desarrollo	27

	2.2.5.3.	Clasificación	28
2.2.6.		Manejo de desechos	28
2.2.7.		Almacenamiento de la gallinaza	29
2.2.8.		Transporte del producto	29
2.2.9.		Descripción de las áreas dependientes de la planta	30
	2.2.9.1.	Oficinas administrativas	30
	2.2.9.2.	Áreas de galpones	31
	2.2.9.3.	Manejo de galpones	33
	2.2.9.4.	Área de bodegas	34
	2.2.9.5.	Funcionamiento de silos	35
	2.2.9.6.	Servicios higiénicos	36
	2.2.9.7.	Almacenamiento de agua	36
	2.2.9.8.	Cremación de gallinas	37
	2.2.9.9.	Área destinada a la desinfección vehicular	37
	2.2.9.10.	Seguridad al ingreso de la planta	38
	2.2.9.11.	Desecación de desechos de materia prima	38
	2.2.9.12.	Rutas internas	40
	2.2.9.13.	Actividades complementarias en la planta	41
2.3.		Prácticas de gestión ambiental en la planta	41
	2.3.1.	Consumo de energía	42
	2.3.2.	Utilización de materiales	42
	2.3.3.	Consumo del agua	43
	2.3.4.	Residuos del proceso	43
2.4.		Mantenimiento industrial en la planta	44
	2.4.1.	Fallas	44

2.4.2.	Procedimientos.....	45
3.	PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	47
3.1.	Metodología	47
3.2.	Análisis ambiental de la planta	47
3.2.1.	Aspectos ambientales a considerar	48
3.2.2.	Identificación de los impactos ambientales en el proceso	49
3.2.3.	Aguas residuales	49
3.2.3.1.	Características.....	49
3.2.3.2.	Fuentes de generación	50
3.2.4.	Residuos sólidos	53
3.2.4.1.	Características.....	54
3.2.4.2.	Fuentes de generación	55
3.2.5.	Emisiones atmosféricas.....	58
3.2.5.1.	Características.....	58
3.2.5.1.	Fuentes de emisiones atmosféricas.....	59
3.2.6.	Bioseguridad	61
3.3.	Mantenimiento preventivo	63
3.3.1.	Identificación de los equipos críticos	64
3.3.2.	Identificación de las fallas principales	72
3.3.3.	Elaboración de fichas técnicas	72
3.3.4.	Rutinas de inspección y observación.....	76
3.3.5.	Acciones correctivas.....	77
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	79
4.1.	Características de la implementación.....	79
4.1.1.	Objetivo	79

4.1.2.	Alcance	79
4.2.	Producción más Limpia	80
4.2.1.	Consumo de agua.....	80
4.2.1.1.	Instalación de contadores	81
4.2.1.2.	Limpieza en seco	82
4.2.1.3.	Lavado	83
4.2.1.4.	Transporte.....	84
4.2.1.5.	Bioseguridad	84
4.2.1.6.	Reciclaje del agua	90
4.2.1.7.	Control del agua en depósitos	91
4.2.2.	Emisiones atmosféricas	92
4.2.2.1.	Olores	92
4.2.2.2.	Energía	93
4.2.2.3.	Vapor	96
4.2.2.4.	Calefacción	96
4.2.2.5.	Incineración.....	97
4.2.3.	Gestión interna de responsabilidad	97
4.2.3.1.	Capacitacion	97
4.2.3.2.	Control de plagas	98
4.3.	Control de la contaminación	100
4.3.1.	Residuos sólidos	101
4.3.1.1.	Residuos orgánicos.....	101
4.3.1.2.	Gallinaza	101
4.3.1.3.	Aves muertas	104
4.3.1.4.	Huevos.....	106
4.3.1.5.	Compost.....	107
4.3.1.6.	Producción de harinas.....	115
4.3.2.	Residuos inorgánicos.....	116
4.3.2.1.	Domésticos	116

	4.3.2.2.	Desechos sólidos hospitalarios.....	117
	4.3.3.	Aguas residuales.....	118
	4.3.3.1.	Tipos.....	118
	4.3.3.2.	Tratamientos.....	119
	4.3.4.	Emisiones atmosféricas.....	119
	4.3.4.1.	Tratamientos.....	120
4.4.		Plan de mantenimiento preventivo	120
	4.4.1.	Objetivo	122
	4.4.2.	Alcance	122
	4.4.2.1.	Equipos principales.....	122
	4.4.2.2.	Galpones	138
	4.4.2.3.	Bodegas	138
	4.4.2.4.	Silos.....	141
	4.4.2.5.	Transporte	141
	4.4.2.6.	Personal subcontratado	143
	4.4.2.7.	Rutinas de inspección y observación	144
	4.4.2.8.	Fichas técnicas de trabajo	146
	4.4.2.9.	Capacitación.....	152
4.5.		Costos de la implementación (evaluación económica)	152
5.		MEJORA CONTINUA	157
	5.1.	Plan de monitoreo y mejora continua	157
	5.1.1.	Objetivo	158
	5.1.2.	Alcance	158
	5.2.	Actividades de monitoreo y seguimiento	159
	5.2.1.	Indicadores de comportamiento y gestión ambiental.....	159
	5.2.2.	Desechos sólidos	162

5.2.3.	Los efluentes	163
5.2.4.	Entorno de la planta	165
5.2.5.	Proceso de la planta	165
5.3.	Actividades de mejora continua	165
5.3.1.	Realización de rutinas de mantenimiento.....	166
5.3.2.	Visitas	166
5.3.3.	Inspecciones	166
5.3.4.	Orden de trabajo	167
5.4.	Auditorias	167
5.4.1.	Internas.....	168
5.4.2.	Externas.....	168
CONCLUSIONES		169
RECOMENDACIONES.....		171
BIBLIOGRAFÍA.....		173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	3
2.	Distribución de la planta	5
3.	Proceso productivo de la planta avícola	23
4.	Oficinas administrativas	30
5.	Vista frontal de un galpón.....	31
6.	Piso característico galpón automatizado	32
7.	Vista interna galpón automatizado	33
8.	Vista interna bodega de producto terminado	34
9.	Vista frontal silo de almacenamiento	35
10.	Vista frontal depósito de agua	37
11.	Arco de desinfección vehicular	38
12.	Patio de disposición de gallinaza	39
13.	Caminos internos	40
14.	Huerto de ayote.....	41
15.	Estiércol de aves con plumas.....	53
16.	Aves muertas a la intemperie	54
17.	Inadecuada disposición de repuestos inservibles.....	55
18.	Bombillo incandescente	60
19.	Drenaje sin rejilla de protección	62
20.	Galpón sin malla de protección contra aves ajenas.....	62
21.	Ventilador aéreo de tres aspas.....	65
22.	Panel principal	66
23.	Tolva de entrada de alimentación	67

24.	Distribución lineal por cadena del alimento	67
25.	Motobomba de agua.....	68
26.	Sistema automático de abastecimiento de agua.....	69
27.	Bebedores esféricos automáticos	69
28.	Banda recolectora de huevos	70
29.	Disposición de jaulas en galpones.....	71
30.	Contador de agua tipo estándar.....	81
31.	Rótulo para limpieza galpones avícolas.....	82
32.	Grifo temporizado	85
33.	Gráfica consumo actual versus consumo mejorado.....	86
34.	Reductor de caudal conexión giratoria.....	87
35.	Gráfica consumo actual contra consumo esperado	88
36.	Consumo actual contra consumo de agua propuesto	90
37.	Rótulo para control de agua.....	91
38.	Lámpara fluorescente compacta.....	93
39.	Gráfica ahorro en consumo energético	95
40.	Modelo de biodigestor	102
41.	Modelo propuesto fosa de mortalidad.....	105
42.	Modelo de cajón para compostaje	108
43.	Numeración de cajones	110
44.	Preparación del ave para compost	110
45.	Modelo para la explotación en jaula.....	111
46.	Colocación de la mortalidad.....	111
47.	Porcentaje de humedad.....	112
48.	Sello de capa.....	113
49.	Manejo de tiempos de compostación.....	113
50.	Filtración del compost.....	114
51.	Código de colores para residuos orgánicos	117
52.	Diagrama balance entradas y salidas	159

TABLAS

I.	Descripción de puestos.....	4
II.	Leyes y códigos para el sector avícola nacional	9
III.	Reglamentos y acuerdos para el sector avícola.....	10
IV.	Normativa nacional para el sector avícola.....	11
V.	Caudal de los equipos de uso doméstico	51
VI.	Promedio de uso diario de sanitarios	51
VII.	Consumo mensual de agua doméstica	52
VIII.	Producción de estiércol seco y fresco	56
IX.	Estimación de la generación de desechos sólidos orgánicos	57
X.	Cantidad de luminarias en la planta	60
XI.	Consumo energético mensual por luminarias	61
XII.	Ficha técnica sistema de ventilación	73
XIII.	Ficha técnica sistema eléctrico	73
XIV.	Ficha técnica sistema de alimentación.....	74
XV.	Ficha técnica sistema de recolección de huevo	74
XVI.	Ficha técnica sistema de distribución de agua	75
XVII.	Ficha técnica sistema de desinfección de galpones.....	75
XVIII.	Ficha técnica equipos de postura y herramientas menores.....	76
XIX.	Buenas prácticas para el lavado	83
XX.	Ahorro por sustitución de grifos.....	85
XXI.	Ahorro por la instalación del reductor de caudal	87
XXII.	Ahorro por instalación de pistolas de agua	89
XXIII.	Prácticas para reducir la emisión de olores.....	92
XXIV.	Comparativa de luminarias	94
XXV.	Consumo energético por luminarias.....	95
XXVI.	Prácticas para el consumo de agua de vapor	96
XXVII.	Control de roedores	98

XXVIII.	Control de moscas	99
XXIX.	Control de escarabajo	100
XXX.	Registro del compostaje de mortalidades	115
XXXI.	Inventario mínimo de repuestos	123
XXXII.	Lista de mantenimiento para motores eléctricos.....	125
XXXIII.	Lista de mantenimiento ventiladores eléctricos	126
XXXIV.	Lista de mantenimiento cortinas de renovación.....	127
XXXV.	Lista de mantenimiento sistema eléctrico e iluminación	128
XXXVI.	Lista de mantenimiento tolva de entrada y cadenas.....	129
XXXVII.	Lista de mantenimiento bomba de agua.....	130
XXXVIII.	Lista de mantenimiento red de distribución de agua.....	131
XXXIX.	Lista de mantenimiento sistema de recolección de huevo	132
XL.	Lista de mantenimiento flameador a gas	133
XLI.	Lista de mantenimiento para motobomba.....	134
XLII.	Lista de mantenimiento para jaulas metálicas	135
XLIII.	Lista de mantenimiento para criadora	136
XLIV.	Lista de mantenimiento equipo de medición	137
XLV.	Lista de mantenimiento para galpones	139
XLVI.	Lista de mantenimiento de bodega.....	140
XLVII.	Lista de mantenimiento para silos de pienso.....	142
XLVIII.	Modelo libro de visitas	143
XLIX.	Ficha de programación rutinas de mantenimiento	144
L.	Ficha de historial de mantenimiento	145
LI.	Modelo ficha técnica de registro	147
LII.	Ficha de trabajo de mantenimiento	149
LIII.	Ficha de control de costos.....	150
LIV.	Ficha técnica de control de órdenes de trabajo	151
LV.	Indicadores de comportamiento ambiental	160
LVI.	Indicadores de gestión ambiental	161

LVII.	Generación de desechos sólidos por área	162
LVIII.	Medidas para la gestión de los desechos sólidos.....	163
LIX.	Análisis de parámetros e efluentes	164
LX.	Control de muestreo de aguas residuales	164

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Ahorro estimado
Hp	Caballo de fuerza
cm	Centímetro
Cpml	Costo de implementación
C	Costo operativo
Fc	Flujo de caja
gal	Galón
°C	Grados centígrados
lo	Inversión inicial
kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramo
m	Kilómetro
kW	Kilowatt
L	Litro
lm	Lumen
Mp	Materia prima
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
min	Minuto

RI	Rentabilidad Inicial
Pr	Período de recuperación
%	Porcentaje
pH	Porcentaje de hidrógeno
PIB	Producto Interno Bruto
Q	Quetzal
s	Segundo

GLOSARIO

Alimento	Mezcla homogénea y equilibrada de varios nutrientes para lograr una dieta balanceada.
Ambiente	Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y otros organismos vivos.
Contaminación	Es alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de residuos procedentes de la actividad humana.
Criadora	Aparato generador de calor que reemplaza la cría natural de aves.
Efluente	Residuos líquidos o gaseosos, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores.
Emisión	Liberación de contaminantes (partículas sólidas, líquidas o gaseosas) al medio, procedentes de una fuente productora.

Gallinaza	Excretas de aves reproductoras y ponedoras en la etapa de levante y producción.
Impacto ambiental	La alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre.
Incineración	Es el proceso de combustión de sustancias, residuos en estado sólido, líquido o gaseoso.
Indicador ambiental	Variable que permite obtener información de la calidad ambiental de los recursos humanos, materiales y naturales.
Práctica ambiental	Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.
Reciclaje	El reciclaje es un proceso orientado a la separación de materiales e insumos usados durante un proceso productivo.
Residuo	Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor.

RESUMEN

Producción más Limpia es un término que integra un conjunto de prácticas destinadas a la prevención de la contaminación generada por cualquier proceso de producción, producto o servicio. Producción más Limpia puede aplicarse a cualquier empresa si importar la naturaleza de esta, por lo anterior puede aplicarse a la industria avícola en particular.

Las actividades avícolas implican una serie de operaciones que consumen recursos naturales y generan residuos, desechos y emisiones, por lo que es necesario establecer una gestión ambiental para prevenir o disminuir los potenciales impactos ambientales negativos que se puedan generar de estas actividades.

Cuando se identifican las oportunidades para optimizar el consumo de recursos, insumos, materia prima y energía, se pueden aplicar las buenas prácticas de gestión ambiental, que basadas en una Producción más Limpia permiten recuperar y ahorrar dinero, apoyando a su vez, la conservación del ambiente.

OBJETIVOS

General

Implementar buenas prácticas de gestión ambiental basadas en una Producción más Limpia y un plan de mantenimiento preventivo para las instalaciones de una granja avícola.

Específicos

1. Describir el proceso productivo, las actividades y el entorno circundante de la granja avícola.
2. Identificar los riesgos e impactos que las diferentes actividades de la granja representan para el ambiente natural, la comunidad y el personal involucrado en el proceso de producción partiendo de la normativa vigente.
3. Dar a conocer la importancia de implementar una Producción más Limpia para la empresa y el medio ambiente.
4. Desarrollar una programa de mantenimiento preventivo a los equipos principales de las instalaciones de la granja.
5. Proporcionar una herramienta de gestión ambiental para la granja avícola.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día en las plantas industriales tanto como en empresas de cualquier índole, es muy importante implementar políticas que ayuden a reducir el impacto ambiental, generado por los procesos de producción de las mismas. Las grandes empresas a nivel mundial están aplicando una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente, esto ha hecho que se estudien los efectos de los desechos industriales y las mejores alternativas para evitarlos, reducirlos y controlarlos.

En Guatemala, los problemas relacionados con la contaminación del ambiente son diversos, tanto el crecimiento industrial como el de la población del país, aportan impactos adversos sobre varios de los recursos naturales con los que cuenta el país. Cabe considerar que el desarrollo en el sector industrial aporta una valiosa fuente de trabajo, mejora de las condiciones económicas y humanas el país.

Esta estrategia ambiental se conoce como Producción más Limpia, la cual integra técnicas que pueden aplicarse a cualquier proceso de producción, considerando desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta considerar cambios significativos que implican la sustitución de materia primas insumos o líneas de Producción más Limpia y eficientes.

No obstante cabe mencionar que la mejora continua en la aplicación de buenas prácticas de gestión ambiental y control de la contaminación, basadas en una Producción más Limpia resulta un aporte significativo no solo en la reducción de costos, si no principalmente hacia el ambiente, además que mejora la imagen de la empresa.

Un plan de mantenimiento preventivo hacia las instalaciones complementa la aplicación de las prácticas ambientales, ayudando a prevenir fallas y accidentes dentro de la empresa, ahorrar dinero y reducir los impactos negativos hacia el ambiente.

En el presente trabajo de graduación se describen los procedimientos para implementar una Producción más Limpia y un plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipos principales de una granja avícola, ubicada en la aldea Puerta del Señor, del municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala, para el mejoramiento continuo del proceso productivo, mediante el uso más racional de los recursos, la optimización de los procesos y mejora de la competitividad de la planta.

Sobre la base de los requerimientos ambientales nacionales y locales, la granja avícola busca aplicar diferentes métodos y estrategias de gestión ambiental para minimizar, eliminar o compensar los impactos negativos que provocan las diferentes actividades de la granja.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

La planta avícola El Pilar S.A., es una empresa netamente guatemalteca, dedicada desde sus inicios a la producción y comercialización de huevos para el consumo humano, en su mayor parte la producción de huevos es de tipo tradicional, es decir aves en cama, aunque posee un galpón automatizado, la maquinaria empleada es ya obsoleta. Generalmente la comercialización se realiza a través de intermediarios mayorista aunque también se comercializa al menudeo.

1.1.1. Ubicación

La planta se encuentra ubicada hacia el sur de la ciudad capital en el kilómetro 24 de la aldea Puerta del Señor, carretera hacia Fraijanes, municipio del departamento de Guatemala, se encuentra a una altura de 6 500 pies sobre el nivel del mar. El acceso al poblado se encuentra por el kilómetro 18,5 carretera hacia El Salvador.

1.1.2. Historia

El pilar, S.A., inició operaciones en 1988, se dedica a la producción de huevos y comercialización de abono orgánico, en esa época la planta contaba con tecnología de punta en el sector avícola, el proceso de producción de huevo era muy automatizado.

Hoy en día, la planta cuenta con la misma maquinaria de aquella época, se han hecho pocas modificaciones de mejora, que no han permitido mejorar la producción y el crecimiento de la misma.

1.1.3. Misión

“Producir huevo comestible de alta calidad, que permita exceder las necesidades y expectativas de los consumidores, mediante un producto fresco y confiable, generando una rentabilidad continua”.

1.1.4. Visión

“Ser la empresa número uno en la comercialización de huevo en el departamento de Guatemala, con una creciente participación en el mercado nacional que la posiciona dentro de las mejores en nuestro país”

1.1.5. Política de calidad

“En avícola El Pilar S.A., somos productores y comercializadores de huevos comestibles de alta calidad, aves para consumo y abono orgánico, comprometidos a satisfacer las necesidades de nuestros consumidores, comprometiéndose con el medio ambiente y la sociedad”.

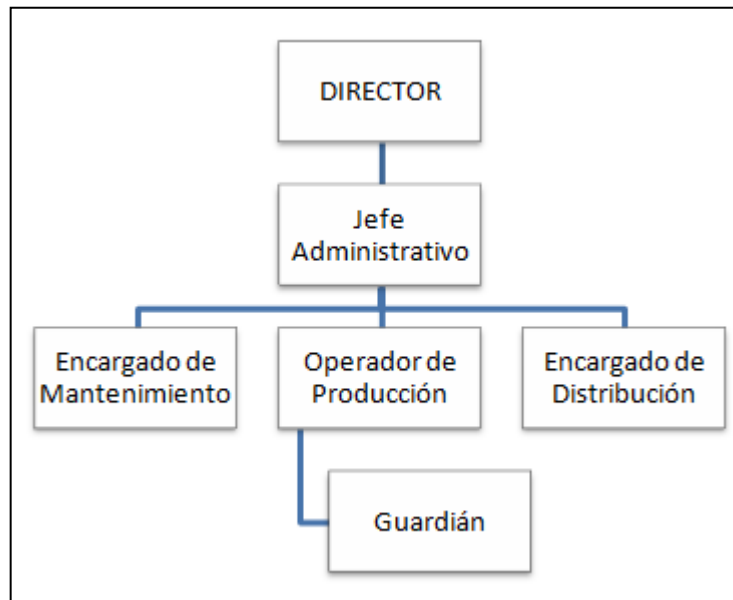
1.1.6. Tipo de organización

La estructura organizacional de la empresa es de tipo lineal vertical o jerárquica, la cual ayuda de mejor manera a establecer responsabilidades, obligaciones y funciones de cada uno de los puestos de trabajo.

1.1.6.1. Organigrama

Con el propósito de obtener una adecuada organización de la empresa, es necesario definir las responsabilidades que le corresponden a cada uno de los puestos en particular, esta descripción se logra por medio de un organigrama y la descripción de puestos. La estructura organización de la empresa es sencilla, esta únicamente conformada por el director, el jefe administrativo, el encargado de mantenimiento, el operador de producción, el encargado de distribución y guardián. (Ver figura 1).

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

1.1.6.2. Descripción de puestos

En la tabla I, se muestra la descripción de cada uno de los puestos, las responsabilidades, obligaciones y funciones adjudicadas a los mismos, esta incluye: la dirección de la empresa, el jefe administrativo, el encargado de mantenimiento, los operadores galponero y encargado de distribución.

Tabla I. Descripción de puestos

Puesto	Descripción
Director	Actualmente es el propietario de la empresa, es el responsable de la dirección de todas las operaciones y el personal en la planta, de la obtención y satisfacción de los objetivo propuestos.
Jefe administrativo	Es el responsable de la administración eficaz de la planta, planifica, organiza, dirige y controla todas y actividades, delega las responsabilidades y supervisa a todo el personal de la empresa.
Encargado de mantenimiento	Es el responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones en la planta y del correcto funcionamiento de los mismos.
Operador de producción	Es el responsable de velar por la continua producción y operación de los equipos dentro de la planta.
Encargado de distribución	Responsable de la distribución directa y comercialización del producto terminado al mercado local y nacional.

Fuente: elaboración propia.

1.1.6.3. Productos

El principal producto de comercialización de la empresa es el huevo comestible, además las aves cuyo ciclo producto ha finalizado así como también se comercializa para la venta la gallinaza como abono orgánico, como subproducto del proceso de producción.

1.1.7. Distribución de planta

La planta se encuentra dividida en 4 áreas principales, el área de galpones, silos, bodega de producto terminado y patios de secado, ver figura 2.

Figura 2. **Distribución de la planta**



Fuente: <http://maps.google.com>. Consulta: en septiembre 2012.

1.2. La avicultura

La avicultura es la práctica de cuidar y criar aves como animales domésticos con diferentes fines, y la cultura que existe alrededor de esta actividad de crianza. La avicultura se centra generalmente no solo en la crianza de aves, sino también en preservar su hábitat y en las campañas de concienciación.

1.2.1. Avicultura tecnificada y tradicional

La avicultura tradicional engloba a los criadores de aves de raza (exposiciones rurales). Si bien persiguen lucro con sus actividades, éstas no presentan un plan de negocios de complejidad como lo manifiestan las empresas dedicadas a la avicultura tecnificada. Hoy en día la avicultura tradicional con las gallinas de patio, pavos, patos o palomas, se sigue observando en el interior de la república en fincas y viviendas. Para el pequeño agricultor las aves son parte de su subsistencia y patrimonio ya que es el medio inmediato de obtener fondos o el recurso alimenticio.

La avicultura tecnificada o industrializada, tanto para la reproducción de aves como el engorde de las mismas y producción de huevos, surge debido al crecimiento de la población y a la demanda de alimentos. En las décadas de los 40 y 50 era evidente la escasez de productos cárnicos variados, el consumo estaba limitado a las carnes de res y cerdo y eventualmente productos de mar. Los productos avícolas eran escasos y con un precio muy elevado que restringía muchas veces el consumo únicamente para ocasiones muy especiales.

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 crearon 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.

1.2.2. La avicultura en Guatemala

La avicultura genera un gran dinamismo comercial entre los países del área centroamericana, en el intercambio comercial, contribuyendo a la creación de empleos en el área rural y urbana, además de desarrollar una acción socioeconómica de mucha importancia.

En Guatemala, es un pilar importante del sector agroindustrial, que supera los tres mil millones de quetzales en inversión, con un incremento anual promedio de cien millones de quetzales, aportando a la canasta familiar guatemalteca productos como la carne de ave y huevo.

En el 2007, la industria avícola guatemalteca aportó aproximadamente el 2 por ciento del PIB nacional y el 8 por ciento del PIB agropecuario, y generó 35 000 empleos directos permanentes y 200 000 indirectos. Es importante mencionar que hay un alto porcentaje de aves de traspatio, que son pequeñas explotaciones de tipo familiar, que se encuentra a nivel rural y contribuye al patrimonio de las familias campesinas, brindándoles un apoyo en su alimentación y situación económica.

El sector avícola del país está organizado a través de diferentes iniciativas, entre las cuales la más relevante es: la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI). Esta asociación de avicultores es una organización legalmente establecida en la que están agremiados los productores de huevos, pollo de engorde e industriales, dirigidas por una junta directiva democráticamente elegida por los asociados para un período de un año y su principal objetivo es vigilar las políticas nacionales avícolas, analizar y buscar solución a las problemáticas en los sistemas de producción, sanidad y mercados.

1.2.3. Legislación que regula el ambiente en la industria avícola

Toda persona individual o jurídica establecida en Guatemala debe regirse por leyes y reglamentos de acuerdo a la actividad que realicen. Las tablas II, III y IV presentan la normativa y reglamentación vigente legal del país relacionado con el sector avícola.

Tabla II. **Leyes y códigos para el sector avícola nacional**

Leyes		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	Decreto 68-96 del Congreso de la República	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Ley de Comercialización de Hidrocarburos	Decreto 109-97 del Congreso de la República	Ministerio de Energía y Minas
Ley de Sanidad Animal y Vegetal	Decreto 36-98 del Congreso de la República	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Códigos		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Código de Salud	Decreto 90-97 del Congreso de la República	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Tabla III. **Reglamentos y acuerdos para el sector avícola**

Reglamentos y acuerdos		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Reglamento para el control de productos biológicos, químico farmacéuticos, pesticidas, alimentos, equipos y servicios profesionales para animales	Acuerdo Gubernativo 06-06-1979	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Reglamento para el control de productos biológicos, químico-farmacéuticos, pesticidas, alimentos, equipos y servicios profesionales para animales	Acuerdo Gubernativo 06-06-1979	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Acuerdo que Prohíbe la Utilización de Gases Clorofluoro-Carbonos	Acuerdo Gubernativo 252-89	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos	Acuerdo Gubernativo 522-99 y sus reformas en Acuerdo Gubernativo 505-2007	Ministerio de Energía y Minas
Reglamento de Ley de Sanidad Vegetal y Animal	Acuerdo Gubernativo 745-99	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios	Acuerdo Gubernativo 509-2001	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Reglamento de Rastros para Bovinos, Porcinos y Aves	Acuerdo Gubernativo 411-2002	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Continuación de la tabla III.

Reglamentos y acuerdos		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos	Acuerdo Gubernativo 236-2006	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental	Acuerdo Gubernativo 431-2007 y sus reformas AG 33-08 y 89-08	
Reglamento para la Inocuidad de los Alimentos	Acuerdo Gubernativo 969-99	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Tabla IV. **Normativa nacional para el sector avícola**

Normativa		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Norma zoonosanitaria de importación de animales, productos y subproductos de origen aviar	Acuerdo Ministerial 1029-99	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Normas generales de carácter obligatorio, aplicables a la importación y tránsito de animales, recursos hidrobiológicos, sus productos y subproductos	Acuerdo Ministerial 1090-2001	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Continuación de la tabla IV.

Normativa		
Nombre	Tipo y número de instrumento legal	Entidad responsable
Contingente arancelario de carne y despojos comestibles de aves de especies domésticas	Acuerdo Ministerial 135-2001	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Normas relativas a los servicios de diagnóstico en materia de enfermedades aviares	Acuerdo Ministerial 1166-2003	Laboratorio de Omitopatología, USAC
Arancel aplicable a la importación -DAI- de la carne y despojos comestibles de gallo o gallina	Acuerdo Gubernativo 23-2004	Ministerio de Economía
Normas para la prevención, control y erradicación de la enfermedad de Newcastle	Acuerdo Ministerial 625-2004	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Establecer los requisitos para el registro, establecimiento y funcionamiento de unidades de producción avícola	Acuerdo Ministerial 131-2005	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Regular en forma electrónica los permisos previos de Importación de animales, sus productos y subproductos e insumos	Acuerdo Ministerial 108-2007	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Consejo de la Producción Animal –CONPRODAN	Acuerdo Ministerial 140-2007	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

1.3. Producción más Limpia

Producción más Limpia, es una estrategia ambiental que se basa principalmente en la prevención de la contaminación ambiental que puede generarse como resultado de un proceso productivo, un producto o servicio.

1.3.1. Generalidades

La filosofía del proceso de Producción más Limpia está sobre todo relacionada con la reducción al máximo de la generación de residuos a lo largo de toda la cadena de producción. Sin embargo, no existe una producción limpia como tal, la generación de residuos es inherente a cualquier proceso productivo.

Lo que busca el proceso es evitar una generación excesiva de residuos, dado que por un lado es considerada una pérdida económica como producto del mal aprovechamiento de los recursos e insumos empleados, y por el otro, los residuos son contaminantes y afectan a la salud y al ambiente, por lo que su reducción permite prevenir impactos ambientales negativos. El enfoque de la producción más limpia, trata de reducir de manera continua la generación de residuos y contaminantes en cada etapa del ciclo de vida.

1.3.2. Definición e importancia

El concepto de producción más limpia fue introducción por UNEP (Programa de las Naciones para la Industria y el ambiente) en 1981 como respuesta a la pregunta de cómo la industria podía avanzar hacia un desarrollo sostenible.

Producción más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

Para el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de las emisiones y desechos contaminantes. En el caso de los productos, se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios, se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

La Producción más Limpia aborda la contaminación industrial de manera preventiva. Concentra la atención en los procesos, los productos y los servicios y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, con el objetivo de promover mejoras que permitan reducir o eliminar los residuos antes que se generen; esta estrategia ambiental lleva al ahorro de costos y a mejorar la eficiencia de las operaciones.

1.3.3. Evaluación y estudio

La Producción más Limpia es un concepto que pretende prevenir que la contaminación ocurra, maneja el impacto ambiental del proceso completo de producción, no solamente los impactos de las salidas; analiza las causas fundamentales de los problemas ambientales, a través de un paquete integrado de mejoras en todas las etapas del proceso y del ciclo de vida del producto.

Producción más Limpia elimina o minimiza la necesidad de sistemas de mitigación, tratamiento y de disposición de desechos, partes integrales de las estrategias convencionales de final del proceso para la protección ambiental. Además, motiva la innovación y el diálogo entre actores; elimina los intercambios negativos entre el crecimiento económico y el ambiente, y contribuye a la seguridad del consumidor y del trabajador.

Producción más Limpia apunta a reducir el consumo de los recursos naturales por unidad de producción, la cantidad de contaminantes generados, y su impacto ambiental, mientras hace más atractivos, financiera y políticamente, los productos y procesos alternativos. Producción más Limpia logra beneficios económicos a través del uso eficiente de los recursos, la innovación y la reducción de los costos de operación y de control de la contaminación.

1.3.4. Control de la contaminación

A diferencia de la Producción más Limpia, el control de la contaminación se realiza cuando la contaminación ha sido generada, y queda solamente mitigar sus impactos a través de tratamientos al final del proceso, implementando acciones correctivas que se instalan antes de que salga de la empresa.

Las acciones correctivas son una respuesta reactiva a la contaminación, cuando los desechos y emisiones ya han sido generados. Con frecuencia estas tecnologías son costosas en su adquisición y requieren de personal capacitado para su adopción, operación y mantenimiento.

Para el control de la contaminación, a través de tratamientos al final del proceso, se deben conocer las características y volúmenes en que se genera el desecho o emisión. Con base en esta información se diseña el sistema de tratamiento. Adicionalmente, se debe considerar los requerimientos de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, para evitar que este sistema quede obsoleto debido a la poca disposición económica para mantener el sistema, falta de conocimiento de funcionamiento, no cumple el objetivo, falta de mantenimiento entre otros.

Igualmente, durante el proceso de identificación del sistema de tratamiento se debe considerar que este sea lo más flexible posible, considerando que es la mejor elección económica, para permitir cambios o ampliaciones en el futuro. Es importante mencionar que los sistemas de tratamiento son soluciones para problemas individuales y específicos, por lo que una alternativa que funciona para una empresa, necesariamente no funcionará para otra similar; y por el otro lado, que estas soluciones únicamente trasladan el contaminante de un medio a otro. En fin, la aplicación de medidas de control de contaminación es eficiente cuando se han tomado acciones de prevención de la contaminación, ya que solamente se trata aquello que no pudo ser evitado.

1.3.5. Imagen ambiental y competitividad

Producción más limpia está dirigida a cumplir los objetivos ambientales en el proceso de producción y de prestación de servicios, con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad, así como utilizar racionalmente las materias primas, agua y energía, lo que conlleva a una reducción de costos, mejora del desempeño ambiental e imagen empresarial, así como el cumplimiento de la legislación ambiental.

También mejora las condiciones de trabajo y de seguridad e higiene. Está enfocada hacia la optimización de los procesos productivos, los productos y los servicios, con el fin de reducir costos, incentivar innovaciones, mejorando la competitividad de las empresas.

En los últimos años, las autoridades ambientales y las industrias han reconocido que la prevención de la contaminación es más rentable que el control de ésta, por lo cual han buscado oportunidades para ser ambientalmente más eficientes y han encontrado como resultado una nueva herramienta denominada producción más limpia como una estrategia de competitividad.

1.4. Mantenimiento

Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios e industrias, puedan seguir funcionando adecuadamente, comprende todas aquellas actividades necesarias a equipos e instalaciones en una condición particular.

1.4.1. Definición e importancia

El mantenimiento es el conjunto de acciones emprendidas en una organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad, respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la optimización de costos como objetivo asociado.

El mantenimiento tiene como finalidad conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción

1.4.2. Características

Uno de los factores determinantes de la actividad industrial es el de producir cantidad con calidad, con regularidad, en el momento oportuno y con puntualidad; y para esto es imprescindible tener cierto grado de seguridad funcional y uno de los requisitos para obtenerla es realizar un mantenimiento adecuado a los equipos de servicio, a los equipos de proceso y a las instalaciones en general, esto es lo que establecerá una continuidad operativa en la planta, que permitirá alcanzar el nivel de eficacia con el que desea operar; y para esto es necesario incorporar procedimientos y medidas a los equipos, a sus características; a su estado y al tipo de averías que se puedan presentar.

El mantenimiento establece procedimientos y medidas que se aplican para detectar y prevenir averías; y se basan en una inspección previa con adopción de medidas para poder evitarlas. Estas medidas pueden aplicarse en forma crítica que es cuando la necesidad es inaplazable y urgente; pueden aplicarse, en segundo lugar, en forma periódica que es cuando se aplica a lapsos determinados; y pueden por último aplicarse en forma cíclica que es cuando se determina y establece el momento oportuno.

1.4.3. Tipos

El mantenimiento dentro de la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción, toda maquinaria industrial, equipo e instalaciones requieren para su óptimo funcionamiento, la planificación de actividades dirigidas en lo posible a limitar, evitar y corregir fallas.

Todo equipo está sujeto a normas constantes de mantenimiento, dando así alta confiabilidad a la industria; el mantenimiento es un proceso en el que interactúan máquina y hombre para generar ganancias, las inspecciones periódicas ayudan a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos.

El desempeño de la empresa está en la calidad y tipo de mantenimiento que se provea a cada uno de los elementos, es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño, el mantenimiento está enfocado en la mejora continua y prevención de fallas, mediante una organización que documenta la misma, que ayuda al trabajo en equipo, y preparación constante para actuar sin dejar caer la producción.

1.4.3.1. Correctivo

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo, se clasifica en:

- No planificado: es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- Planificado: se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

1.4.3.2. Preventivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

1.4.3.3. Predictivo

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión y vibración), cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo.

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Planta de producción

La empresa cuenta con 5 galpones de producción de huevos comestibles, cuatro de estos destinados a la producción de tipo tradicional (de traspatio) con una capacidad de 5 000 aves por galpón y uno industrializados (producción con gallinas ponedoras en jaulas) con una población de 35 000 aves en etapa productiva, en su mayoría los galpones poseen una estructura de madera, paredes de lámina con malla y techo de dos aguas, cuenta con ventilación e iluminación de tipo natural y artificial.

2.1.1. Descripción de las actividades

Las principales actividades que se dan dentro de la planta están completamente destinadas a la producción de huevos comestibles y producción de abono orgánico, esta van desde la limpieza general de las instalaciones, hasta la distribución y venta de producto terminado. Actualmente se está planificando la implementación de un proceso de engorde para aves de consumo.

2.2. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la planta avícola inicia principalmente con la preparación y limpieza de cada uno de los galpones, las cuales se emplearan posteriormente para albergar al ave, previo a iniciar su ciclo productivo.

Una vez que las instalaciones se encuentren en óptimas condiciones se procede a la recepción, ingreso y acoso de cada una de las aves, con el debido cuidado que merecen, para luego iniciar el proceso de postura e iniciar con la producción, clasificación, transporte y comercialización. Actualmente la planta únicamente cuenta con el proceso de producción de huevo comestible, sin embargo se tiene planificado a mediano plazo, integrar a la planta el proceso de postura y engorde de ave para su venta.

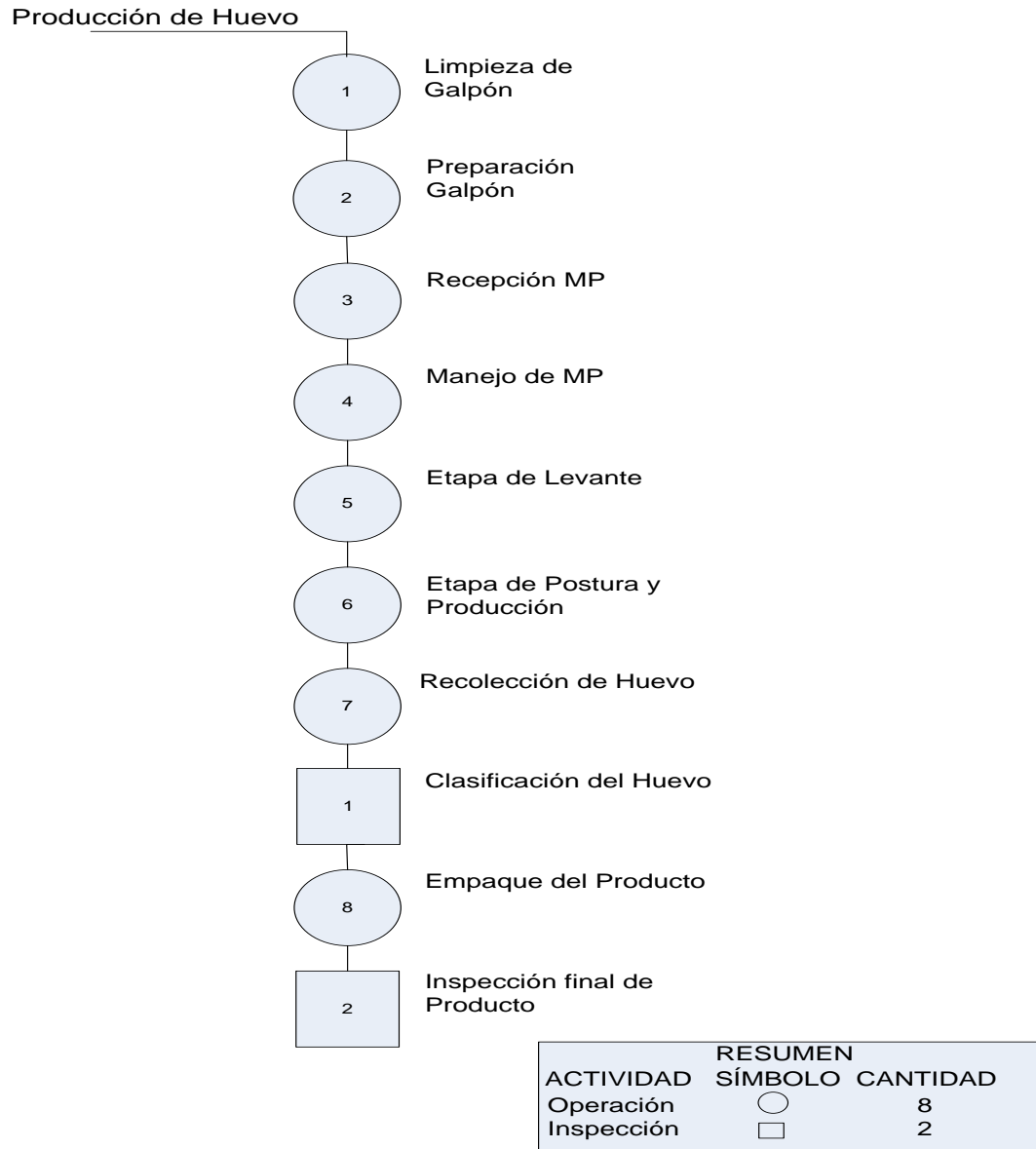
En cada una de las etapas del proceso de producción, ya sea en la preparación de instalaciones, producción de huevo o postura de ave, se generan desechos los cuales se clasifican en orgánicos e inorgánicos previo a su disposición o comercialización.

2.2.1. Diagrama del proceso

Actualmente la planta no dispone de un diagrama de proceso oficial, para ello se ha elaborado un diagrama de operaciones de proceso, el cual se basa en las principales actividades que se desarrollan en planta avícola. En la figura 3 se representan gráfica y cronológicamente las operaciones e inspecciones que se llevan a cabo durante el proceso productivo.

Figura 3. **Proceso productivo de la planta avícola**

OBJETIVO DEL DIAGRAMA: PRODUCCIÓN DE HUEVO	DIAGRAMA No. 1	HOJA: 1 DE 1
ELABORADO POR: SABINO SANTOS RODRIGUEZ	FIRMA:	
AUTORIZADO POR: DIRECCIÓN DE PLANTA	FIRMA:	



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Preparación y limpieza de galpones

La preparación y limpieza de las instalaciones que albergaran al ave deben ser óptimas antes de recibir a la nueva parvada, las jaulas de recepción deben estar en las mejores condiciones, no solo con el propósito de evitar las muertes prematuras por infecciones, sí no que también para asegurar la futura producción.

Esta actividad incluye el lavado de jaulas y bebederos, así como la preparación de las camas en los galpones de producción tradicional que facilitara la recolección periódica de la gallinaza, la profundidad de la cama es en promedio 15 centímetros, generalmente de viruta de pino, aserrín y cascarilla de arroz. Una vez finalizadas estas actividades los galpones están ya preparados para recibir a las nuevas aves.

2.2.3. Recepción de materia prima

La recepción de la materia prima en la planta avícola, es en esencia la recepción e ingreso de aves para su explotación productiva. Generalmente estas se reciben en períodos de adaptación y levante, para luego iniciar con el ciclo productivo correspondiente. Para la producción de huevos comestibles, las aves ingresan a la planta entre las 16 semanas de vida, mientras que para el proceso de engorde y postura estas ingresarán teniendo únicamente un día de vida.

2.2.4. Producción de huevo

En la planta avícola el proceso de producción del huevo comestible se encuentra integrado desde la preparación de las instalaciones, la recepción y levante del ave, la etapa de postura en la cual se inicia la producción de huevo a mayor escala, hasta la clasificación, empaque, transporte y comercialización.

2.2.4.1. Recepción

El ingreso de las aves a la planta se lleva a cabo a las 16 semanas de vida, provenientes de otra planta de crianza, una a una son sacadas de las jaulas de transporte y colocadas en las jaulas metálicas y en las camas de los galpones, cuando generalmente se va a emplear el 100 por ciento de capacidad del galpón, se colocan 2 aves por jaula. Al considerar el crecimiento progresivo de las aves y la mortalidad de las mismas, son reubicadas generalmente en diferentes jaulas para mantener un promedio de 2 aves por cada jaula, las cuales soportan un peso promedio entre 4,0 y 5,0 kilogramos.

2.2.4.2. Levante

Las aves son criadas y alimentadas desde la semana 16 hasta las 18 semanas (etapa de levante), período en el cual, es necesario brindarles una adecuada nutrición e hidratación al ave, esta inicia en cada una de las jaulas, las cuales disponen de comedores de canal donde se coloca el alimento, el cual es almacenado en dos silos ubicados a un costado del galpón semi-industrializado, en los galpones de traspatio se cuenta con una bodega pequeña de almacenamiento para sacos de pienso. Regularmente el horario de colocación del concentrado en los comederos es a las 7:00 horas.

2.2.4.3. Postura

En esta etapa, ya alcanzado el peso ideal para poner huevos, las aves se colocan en galpones o jaulas para iniciar el proceso de producción de huevos. La producción de huevos en la planta avícola llega a su volumen ideal a partir de la semana 18 y 20, logrando un volumen de producción de 96 por ciento hasta llegar a la semana 80, cuando cesa la producción y los rendimientos decrecen significativamente, momento en el cual es necesario vender las aves ya que su ciclo productivo a finalizado.

2.2.4.4. Clasificación

Luego de la etapa de producción, el producto final es trasladado hacia el área de clasificación. En esta etapa la operadoras de la planta avícola, clasifican los huevos por tamaño, calidad, color y aspecto para su posterior empaque.

2.2.4.5. Empaque

Luego de la clasificación de los huevos, las operadoras proceden a colocar los huevos en cartones, ya en esta etapa el producto está listo para su transporte y comercialización, el cartón empleado para el empaque es cartón reciclado.

2.2.5. Proceso de engorde

Actualmente no se cuenta con un proceso de engorde para aves, pero se está evaluando implementarlo a futuro, a continuación se presenta el proceso de engorde de aves, este difiere en muy poco del proceso de producción de huevos.

2.2.5.1. Recepción

El proceso productivo de engorde iniciara al recibir las aves, que pasan por un proceso de iniciación, vacunación y engorde. Las aves se reciben de un día de edad y se engordan hasta los 35 o 42 días al alcanzar el peso de mercado; es importante mencionar que los días de crianza dependerán del peso requerido por los diferentes clientes o la demanda del mercado.

2.2.5.2. Desarrollo

Estos serán criados y alimentados en condiciones controladas por un período promedio entre 6 y 7 semanas en la planta. Durante los primeros 10 días se utilizaran criadoras para proporcionar calor adicional al ave, esto ayuda a mantener su temperatura corporal. Durante toda la etapa de engorde (desde el primer día hasta la edad de faneamiento) el ave debe recibir alimento a voluntad, es decir que come tanto como desee. El perfil nutricional del alimento varía dependiendo de la edad y época del año. Adicionalmente, para estimular el consumo de alimento, se deben de implementar programas de luz artificial. El agua para el consumo de los animales debe ser fresca y libre de microorganismos o de contaminantes químicos.

A los 21 días de vida se debe administrar las vacunas recomendadas por el médico veterinario para prevenir las enfermedades comunes. Por otro lado, durante toda la etapa de engorde, limpieza y desinfección, se deben implementar estrictos controles de bioseguridad para evitar la introducción de microorganismos causantes de enfermedades, de animales domésticos y silvestres.

2.2.5.3. Clasificación

En la etapa de clasificación cuando el ave, ha alcanzado el peso óptimo deseado para el consumo humano, se encuentra listas para la venta y la comercialización como producto alimenticio, estas se pretenden comercializar con granjas de faneamiento del ave.

2.2.6. Manejo de desechos

Los desechos que se generan en la planta avícola durante el proceso de producción son en su mayor parte orgánicos, aunque también se producen desechos inorgánicos, los primeros provienen de tres fuentes de emisión: la mortalidad de las aves, la rotura de los huevos y por gallinaza y los últimos de las actividades de sanitización, limpieza y desinfección.

La mortalidad de las aves, se encuentra alrededor del 0,02 por ciento esto en promedio unas 20 gallinas por día. Para evitar infecciones, se realizan labores de cremación en un horno a leña, con una temperatura de cremación no determinada. En la planta no existe un mecanismo que mitigue el impacto negativo por la emisión de gases provenientes de esta actividad.

La rotura de huevos, al igual que los residuos de la cremación, estos se colocan bajo tierra para evitar así, contagio e infecciones en las aves. La gallinaza, como subproducto del proceso de producción proveniente de la limpieza de los galpones con jaulas, en ocasiones es trasladada a un patio de secado que se encuentra dentro de las instalaciones de la planta, donde se le agrega cal, esta es una operación que intenta disminuir la contaminación por malos olores al ambiente, propagación de moscas, larvas y roedores.

La planta tiene establecido un programa de compost para los cuatro galpones de producción tradicional, en el cual la cama es tratada con proceso aeróbico, el cual por ser más rápido, más fácil de hacer, genera compost de calidad y no tiene olores desagradables.

2.2.7. Almacenamiento de la gallinaza

Actualmente no se cuenta con una estructura apropiada para el almacenamiento y secado de la gallinaza proveniente del galpón con jaulas, esta operación se lleva a cabo a la interfiere, el secado depende directamente de las condiciones climáticas y muchas veces el producto es dispersado por lluvia.

2.2.8. Transporte del producto

El producto terminado se carga y acomoda en los camiones de tal manera que se minimice la rotura del mismo, estos tienen las instrucciones de no exceder los 60 kilómetros por hora, previniendo así los daños al producto y entregándolo hacia su destino final. .

2.2.9. Descripción de las áreas dependientes de la planta

Las áreas que dependen directamente de planta, son aquellas que tienen relación con el proceso de producción de huevo comestible, estas van desde las oficinas administrativas, los galpones, el área de bodega, entre otras.

2.2.9.1. Oficinas administrativas

Las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en el perímetro de la planta avícola con un área de unos 80 metros cuadrados, estas están destinadas a las operaciones tanto técnicas como administrativas dentro de la planta, en la administración cuenta con personal con experiencia y conocimientos en el manejo de aves y su explotación industrial, las oficinas administrativas se muestran en la figura 4.

Figura 4. Oficinas administrativas



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.2. Áreas de galpones

Dentro de la planta avícola se encuentra cinco galpones de madera y materiales mixtos y el metal con un área promedio de 1 500 metros cuadrados (10 metros de ancho por 150 de largo) por cada galpón, cuatro de estos albergan una población de 5 000 aves en etapa productiva y otro con una población de 35 000 aves. La planta cuenta con cuatro galpones destinados a la producción tradicional o de traspatio y un galpón destinados a la producción automatizada. (Ver figura 5).

Figura 5. Vista frontal de un galpón



Fuente: granja avícola El Pilar.

Únicamente el piso del galpón automático es de tabla como se muestra en la figura 6, los de traspatio son de tierra, con un mezcla de viruta de madera y aserrín, la paredes poseen maya que permite la ventilación natural de acuerdo al clima que se presente, los pilares de los galpones son de madera y las cubiertas de lámina galvanizada. Los caminos internos que posee cada galpón son de tierra, los cuales normalmente son humedecidos para evitar que se levante el polvo.

Figura 6. **Piso característico galpón automatizado**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.3. Manejo de galpones

El manejo y operación de cada galpón dentro de la planta lo realizan personas operativas en el manejo de plantas avícolas, es personal operativo y capacitado. El galpón automatizado, las jaulas se encuentran ubicadas a lo largo de estos (vea figura 7), estas están diseñadas de tal forma que permiten una buena limpieza, el retiro de la gallinaza se hace con facilidad, este galpón es aéreo y el excremento del ave cae sobre una estructura de concreto construida bajo el galpón. En los galpones tradicionales la cama es recogida manualmente por un operador con carretilla, para su posterior manejo y tratamiento.

Figura 7. Vista interna galpón automatizado



Fuente: granja avícola El Pilar.

El desarrollo zootécnico y fitosanitario de las aves es bueno, según lo comentado por el administrador de la planta, esta cuenta con un cronograma anual de aplicación de vacunas, lo que permite contrarrestar brotes infecciosos.

2.2.9.4. Área de bodegas

En la planta el área de bodegas (ver figura 8) posee una infraestructura incipiente con materiales mixtos, concreto, metal y madera, con techo de lámina de zinc, en la cual se almacena el producto excedente proveniente de los galpones de producción, además cada galpón de traspatio tiene una bodega pequeña en la cual se almacena el concentrado para aves, el cual no se encuentra entarimado.

Figura 8. **Vista interna bodega de producto terminado**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.5. Funcionamiento de silos

La planta emplea silos con estructuras metálicas para el almacenamiento del concentrado del ave, estos permiten mantener la frescura y duración del alimento antes de ser repartido en cada uno de los galpones. (Ver figura 9).

Cada silo cuenta con una tapa en la parte superior que evita los impactos directos del sol, la humedad y la lluvia que pueden contaminar el concentrado. En la parte superior se deposita el alimento por medio de un tornillo helicoidal accionado por un motor, a su vez el alimento es trasladado por un vehículo tolva, este en la parte inferior tiene un dosificador cuya función principal es desalojar el alimento para preparar las cargas alimenticias para cada uno de los galpones.

Figura 9. Vista frontal silo de almacenamiento



Fuente: granja avícola El Pilar.

La planta cuenta con 4 silos principales de almacenamiento, donde es almacenado directamente el concentrado; distribuidos en lugares estratégicos cerca de cada galpón para suministrar el alimento, la cantidad del alimento repartido es variable depende de factores como: la cantidad de aves por galpón, la etapa de desarrollo de las aves, entre otros. El concentrado consiste en una mezcla de maíz, soya, carbonato de calcio, una pre-mezcla vitamínica, proteína y calcio, este es prácticamente el mismo durante todo el ciclo productivo de las aves.

2.2.9.6. Servicios higiénicos

Los servicios higiénicos con los que cuenta la planta tienen como objetivo principal evitar cualquier contagio hacia y desde las aves, se encuentran instaladas duchas y servicios sanitarios para los colaboradores de la planta, no se cuenta con las instalaciones adecuadas para los trabajadores para resguardo de sus pertenencias y alimentación, estas mínimas disposiciones han implementado como normas de bioseguridad en la planta, aunque no se encuentra debidamente documentada.

2.2.9.7. Almacenamiento de agua

La planta cuenta con un tanque de almacenamiento de agua construido de concreto, el cual está conectado a través de tuberías de distribución que conecta cada área, la captación del agua es de servicio municipal y de un pozo propio. A un costado de cada galpón se localiza un tanque plástico (ver figura 10), este tiene una capacidad de 2 000 litros, la planta cuenta con 9 tanques de 2 000 litros distribuidos en los 9 galpones.

Figura 10. **Vista frontal depósito de agua**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.8. Cremación de gallinas

La mortalidad diaria de las aves es inevitable, el operador galponero realiza una rutina de inspección diaria por la mañana y otra por la tarde, con el fin de retirar el ave muerta y evitar enfermedades por putrefacción. Las aves muertas no son trasladadas de inmediato a un área de cremación lejana a la planta.

2.2.9.9. Área destinada a la desinfección vehicular

Actualmente la planta cuenta con un área destinada a la desinfección de vehículos al ingreso de la misma, se ha implementado un arco de desinfección de vehículos, una motobomba de espalda también se emplea ya que en ocasiones no se cubre la totalidad del vehículo. (Ver figura 11).

Figura 11. **Arco de desinfección vehicular**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.10. Seguridad al ingreso de la planta

La planta avícola no lleva registro de los vehículos que ingresan a sus instalaciones, el control de acceso de clientes, visitante y proveedores está a cargo de un trabajador encargado de la vigilancia y custodia de la planta. Generalmente los vehículos que ingresan a la planta son: camiones transportadores de huevos y concentrado, vehículos de visitante (generalmente agrícolas), volquetas que retiran la gallinaza.

2.2.9.11. Desecación de desechos de materia prima

La disposición de la gallinaza dentro de las instalaciones se encuentra al aire libre, existe un área cuya función es permitir que la gallinaza acelere su descomposición debido a las siguientes razones:

Al no tratar la gallinaza esta se convierte en un cultivo ideal para la proliferación de moscas y mosquitos, propagación de enfermedades para las aves y los seres humanos.

El olor generado por estos desechos es relativamente fuerte, considerando además que la cantidad de amoniaco que se produce más la acción del viento en la zona dispersan el olor de tal manera que este se propaga por las dependencias de la planta y sus alrededores.

Figura 12. **Patio de disposición de gallinaza**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Sin embargo considerando el impacto directo que estas disposiciones causan al ambiente, se puede decir que la función de esta área no llena las expectativas ya que el producto no cuenta con las facilidades técnicas necesarias para su tratamiento, como lo muestra la figura 12.

2.2.9.12. Rutas internas

En la planta únicamente se cuenta con una vía principal, relativamente amplia que facilita las maniobras de los vehículos que ingresan, en su parte principal es de concreto que abarca la zona de carga – descarga y las dependencias administrativas, la segunda parte que comprende galpones y cultivo, es de tierra reafirmada. (Ver figura 13).

Figura 13. **Caminos internos**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.2.9.13. Actividades complementarias en la planta

Dentro de las actividades complementarias de la planta, se cuenta con un área de huertos, uno de ayote y otro de frijol a los cuales se le hace un monitoreo constante de crecimiento por parte del personal operativo, también se cuenta con un campo de futbol para la recreación. (Ver figura 14).

Figura 14. **Huerto de ayote**



Fuente: granja avícola El Pilar.

2.3. Prácticas de gestión ambiental en la planta

Todas las actividades que se desarrollan en la planta avícola durante el proceso de producción consumen recursos y a la vez generan residuos, desechos y emisiones al ambiente, la planta a implementadas acciones para prevenir en lo posible estos impactos, pero la falta de tecnificación, el bajo presupuesto disponible y el seguimiento han mermado los resultados esperados.

2.3.1. Consumo de energía

Las instalaciones de la planta (cada galpón) están diseñadas de tal manera que facilitan tanto la iluminación natural, así como la ventilación natural reduciendo de esta manera el consumo de energía eléctrica durante el día. Generalmente la planta inicia sus operaciones a las 04:00 horas y culmina a las 20:00 horas en este período es necesaria la iluminación natural + artificial por un promedio de 16 horas diarias.

Se ha considerado reemplazar los motores antiguos, por motores de mayor eficiencia y menor consumo de energía, pero por falta de presupuesto no se ha llevado a cabo. La planta también cuenta con un programa diario de encendido y apagado de todo el equipo necesario para el proceso de producción.

2.3.2. Utilización de materiales

El material más empleado en el proceso de producción, es el cartón reciclado (para el transporte de producto terminado) el cual reduce costos y mejora la imagen de la planta al emplear únicamente este cartón para el proceso. También se emplea aserrín o viruta como subproducto de aserraderos, el cual se emplea para evacuar la gallinaza de cada galpón. La utilización de productos fármacos es indispensable, estos recipientes generalmente son plásticos y de vidrio necesarios para el cuidado de las aves.

2.3.3. Consumo del agua

Una de las prácticas ambientales dentro de las instalaciones de la planta avícola, es el monitoreo constante del consumo de agua, para esto se han instalado contadores que permiten cuantificar el agua consumida durante el proceso, así como también sirven para medir las aguas residuales que se generan. La limpieza diaria efectuada en cada uno de los galpones generalmente se hace en seco, lo que disminuye el consumo de agua y la generación de aguas residuales, sin embargo no se ha concientizado a todo el personal sobre el uso racional del agua y en reiteradas ocasiones se emplea agua para agilizar el proceso.

La actividad del lavado de cada galpón es indispensable para mantener la sanidad del ave antes de su ciclo productivo, el consumo de agua durante el desarrollo del lavado es significativo, la planta ha instalado equipos para regular el flujo de agua (pistolas de presión), estas proveen presión al agua y aumentan la eficiencia del lavado, pero ya se encuentran en muy mal estado, presentan regularmente pérdidas por fugas.

2.3.4. Residuos del proceso

El principal residuo del proceso de producción es la gallinaza, esta se comercializa como subproducto para mejorar las propiedades físicas y químicas de la tierra en cultivos, la planta tiene implementado un sistema de recolección y compostaje en los galpones tradicionales, el cual permite recolectar ya en sacos de 40 kilos el compost, mismo que se comercializa para la venta.

Como práctica de sanidad, se evacuan diariamente las aves muertas en cada galpón, pero lamentablemente se incineran en un horno de cremación lejano a la instalación, el cual genera contaminación atmosférica. Los huevos en mal estado, rotos, picados y carcasas son evacuados al momento de su observación con esto se evita que sean arrastrados durante el proceso de lavado.

Otros residuos que se dan durante el proceso de producción son: el vidrio, el cartón, el plástico entre otros. Dentro de las instalaciones la planta no tiene depósitos identificados para cada uno de estos. En la planta también se generan desechos hospitalarios, lo cuales no son tratados de la mejor manera.

2.4. Mantenimiento industrial en la planta

Actualmente el mantenimiento que se efectúa a las instalaciones, equipo y maquinaria industrial en planta avícola es únicamente un mantenimiento correctivo, generalmente se actúa cuando ya ha ocurrido la falla.

2.4.1. Fallas

Generalmente algo falla cuando, cuando deja de brindarnos el servicio que se desea o cuando aparecen defectos indeseables según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el equipo o maquinaria. En la actualidad se dan tres tipos de fallas:

- Falla temprana: ocurre al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas, estas son ocasionadas por problemas de materiales, diseño o montaje.

- Falla adulta: esta falla se presenta con mayor frecuencia durante la vida útil, son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, por ejemplo: suciedad en una tubería, filtro de aire, cambios de rodamiento en una maquinaria, etc.
- Falla tardía: representa una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final del equipo o maquinaria, como por ejemplo: envejecimiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso en una lámpara en la planta, etc.

2.4.2. Procedimientos

Generalmente en las instalaciones de la planta avícola las actividades correspondientes al mantenimiento de equipos y maquinaria, las efectúa únicamente un mecánico industrial, quien es responsable de velar por el buen funcionamiento de todos los equipos, el mantenimiento preventivo es aplicado únicamente a través de la lubricación de piezas y monitoreo de los equipos. Los equipos de las instalaciones ya son obsoletos, según comenta el administrador no se cuenta con el presupuesto necesario para la adquisición de nuevos equipos. Cuando un equipo falla los operadores de producción tienen las instrucciones de avisar inmediatamente al administrador de la planta.

3. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

3.1. Metodología

En los capítulos anteriores se describen detalladamente los procesos de la planta avícola, considerando cada una de las actividades que se llevan a cabo en ella, sus métodos principales de trabajo, basados en la información proporcionada por los operadores y el administrador de la planta. Para llevar a cabo la propuesta de gestión ambiental en se efectuó un análisis ambiental, cuyo objetivo es identificar los impactos ambientales que se dan en el proceso, considerando las características principales y sus fuentes de generación.

Tomando como base el análisis ambiental en la planta se desarrollaran más adelante las mejores prácticas ambientales aplicables al proceso de producción, para prevenir, controlar, minimizar o eliminar los impactos ambientales negativos generados durante el proceso.

3.2. Análisis ambiental de la planta

Las actividades que se desarrollan en la planta avícola, consumen recursos, generan residuos, desechos y emisiones. El uso eficiente tanto de materias primas como insumos principalmente agua y energía, y la valorización de los residuos como subproducto, el manejo y tratamiento adecuado de los desechos generados deben ser parte importante de la gestión de la administración de la planta.

El ambiente en sus diferentes componentes es susceptible a ser afectado por el desarrollo de las actividades productivas propias de la planta, esto puede ocasionar potenciales impactos ambientales negativos si no es administrado de manera adecuada. Los aspectos ambientales más relevantes relacionados con los recursos que deben de ser administrados desde el punto de vista preventivo ya que al minimizar estos, se tiene una reducción deseable de los residuos, desechos y emisiones, estos son:

- El manejo de los residuos orgánicos como la gallinaza y mortandad de las aves.
- La utilización del agua, en todas las operaciones es vital para garantizar la seguridad alimentaria de los productos de la planta.
- La generación de las aguas residuales es común al proceso de producción.
- Los olores provienen básicamente de la degradación de la materia orgánica y de los efluentes.

3.2.1. Aspectos ambientales a considerar

Tanto la generación de aguas residuales, residuos sólidos, emisiones hacia la atmósfera y aspectos de bioseguridad, generan impactos ambientales negativos. Una adecuada gestión ambiental contribuirá a prevenir, controlar y disminuir estos impactos ambientales negativos y por otro lado dará valor agregado a la planta garantizando su sostenibilidad, competitividad y rentabilidad.

3.2.2. Identificación de los impactos ambientales en el proceso

La magnitud de los impactos ambientales negativos dependen de varios factores, pero principalmente de: el nivel de tecnificación, tipo de actividad, tamaño de la operación y las prácticas operativas. A continuación se describen los potenciales impactos ambientales como efecto de las diferentes actividades productivas que se realizan en planta avícola en estudio.

3.2.3. Aguas residuales

Las principales fuentes de los desechos líquidos en la planta avícola son los procesos de lavado y limpieza de galpones, así como el transporte de sólidos. Las aguas residuales provenientes de la planta se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica, se ha evidenciado que los sistemas de retención de sólidos y grasas no se encuentran en su óptimo funcionamiento, las aguas residuales presentan sólidos suspendidos y grasas, además por la naturaleza de la actividad productiva, las aguas residuales también contienen coliformes fecales, así como nutrientes como fósforo y nitrógeno.

3.2.3.1. Características

Durante el proceso de producción de huevos, las características de las aguas residuales dependen directamente de las fuentes de generación de las mismas, estas pueden presentarse con una moderada o alta carga de materia orgánica.

Las aguas residuales presentan características como la presencia de nutrientes, sólidos suspendidos y coliformes fecales, así como también presentan un potencial de Hidrógeno pH con tendencia hacia la acidez.

3.2.3.2. Fuentes de generación

Durante el proceso de producción de huevo en la planta avícola, la generación de aguas residuales se debe principalmente a:

- La remoción húmeda de la gallinaza
- La desinfección de galpones
- El lavado de los equipos: bebederos, comedores, bandejas, jaulas, etc
- La limpieza de los vehículos
- Por el uso diario de sanitarios, duchas del personal y visitas
- Análisis de la generación de aguas residuales domésticas

En la planta se cuenta con 2 lavamanos que poseen un caudal de 6 litros por minuto aproximadamente, 6 regaderas con un caudal de 20,27 litros por minuto y 6 sanitarios con un tanque 8 litros por descarga y 2 mingitorios con un caudal de descarga de 6 litros por minuto, para este cálculo se empleo el método de balde y cronómetro para medir caudales, el cual consta únicamente en llenar un recipiente aforado, en nuestro caso de un 1 litro y tomar el tiempo que tarde en llenarse el recipiente con la llave totalmente abierta.

Caudal = Volumen de agua / tiempo

Para el lavamanos se tiene un promedio de 10 segundos para llenar 1 litro, es decir tenemos: caudal = (1L/10s) x (60s/min) = 6L/min, los caudales se muestran en la tabla V.

Tabla V. **Caudal de los equipos de uso doméstico**

EQUIPOS DE ASEO PERSONAL	CAUDAL (L/min)
Lavamanos	6
Regaderas	20,27
Inodoro	8L/descarga
Mingitorios	6

Fuente: elaboración propia.

Para conocer la frecuencia de uso de los servicios sanitarios por día, se procedió a efectuar a los trabajadores de la planta una encuesta, el resultado se muestra en la tabla VI.

Tabla VI. **Promedio de uso diario servicios sanitarios**

Servicios	Hombres	Mujeres	Promedio Total
Lavamanos	20	30	35
Regaderas	9	4	13
Inodoro	9	4	16
Mingitorio	20	0	20

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el consumo mensual de agua por utilización de uso doméstico se procedió a la creación de la siguiente tabla VII.

Tabla VII. **Consumo mensual de agua doméstica**

Servicios	Caudal (L/min)	Duración del uso (min)	Utilización por día	Días de uso por mes	Consumo de litros por mes
Lavamanos	6	0,3	50	26	2 340
Regaderas	20,27	3	13	26	20 553,78
Inodoro	8L/descarga	1	13	26	2 704
Mingitorio	6	0,5	20	26	1 560
Total en litros / mes					27 157,78
Total en m ³					27,21

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de las aguas residuales generadas por el proceso de producción de la planta no se tiene un estimado del consumo necesario para, las actividades de limpieza y sanitización de galpones, lavado de equipos y vehículos y en algunos casos la remoción de la gallinaza empleando agua, esta actividad generalmente se da entre parvadas, a excepción del retiro del estiércol y el lavado de vehículos, según la experiencia del administrador son empleados unos 15 000 litros por mes para estas actividades.

Para la limpieza se emplea mangueras de ½ pulgada de diámetro con un caudal de promedio de 87 litros por minuto, durante un promedio de 5 minutos por cada limpieza, en estas se encuentra instaladas pistolas industriales para optimizar el consumo de agua. Esta limpieza se da entre parvadas para los cinco galpones productivos, en promedio se utilizan una vez por día

3.2.4. Residuos sólidos

Los residuos sólidos generados durante el proceso en planta son generalmente orgánicos, de los cuales se puede mencionar: estiércol de aves, plumas, uñas, mortandad entre otros. Por otra parte, la planta genera otros residuos sólidos tales como: material de empaque, aserrín y viruta de madera, además de los desechos provenientes de la vacunación del ave, cabe mencionar que el manejo y disposición final de estos residuos en la planta avícola no son los más adecuados. (Ver figura 15).

Figura 15. **Estiércol de aves con plumas**



Fuente: granja avícola El Pilar.

3.2.4.1. Características

Las principales características de los residuos sólidos que se generan en la planta dependen directamente de sus fuentes de generación, dependiendo de su origen pueden ser:

Residuos de origen orgánico: la gallinaza, la mortalidad del ave, y en menores proporciones cascaras, huevos rotos, yema, aserrín y viruta de madera, como se muestra en la figura 16.

Figura 16. **Aves muertas a la intemperie**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Desechos sólidos inorgánicos: jeringas, ampollitas, guantes, agujas e instrumentos hospitalarios ya utilizados, aves de descarte infectadas, mortalidad y material plástico contaminado con biológicos entre otros como el material de empaque y el metal. (Ver figura 17).

3.2.4.2. Fuentes de generación

Las principales fuentes de generación de residuos sólidos durante los procesos de producción de huevo son: durante los procesos de levante, postura y clasificación, en los procesos de bioseguridad de la planta y por la remoción seca de la gallinaza.

Figura 17. **Inadecuada disposición de repuestos inservibles**



Fuente: granja avícola El Pilar.

- Análisis de la generación de gallinaza en la planta

Actualmente el manejo de la gallinaza representa un reto considerable para la administración, cada uno de los cuatro galpones de tipo tradicional alberga una población de 5 000 aves lo que equivale a una población productiva total de 20 000 aves, sumándole a esta, la población del galpón automatizado de 35 000 aves, se tiene que la planta cuenta con una población en etapa productiva de 55 000 aves.

Para calcular la cantidad de estiércol del ave se empleo la tabla VIII, que es una referencia de la cantidad aproximada de estiércol seco y fresco producido por semana, mes y año por diferente número de aves. Sólo 10 000 ponedoras producen alrededor de una tonelada métrica de estiércol por día (998 kg), con un volumen de 1,42 metros cúbicos.

Tabla VIII. **Producción de estiércol seco y fresco**

Número de aves	Por semana (Tonelada métrica)		Por mes (Tonelada métrica)		Por año (Tonelada métrica)	
1000 ponedoras	0,76	0,26	3,03	1,00	36	12,1
10000 ponedoras	7,6	6	30,3	33,3	364	121
100000 ponedoras	76	26	303	100	3640	1210
10000 pollas	1,33	0,45	5,31	1,77	64	21,2
100000 pollas	13,3	4,5	53,1	17,7	637	212

Contenido de humedad en base fresca de 75%, en base seca de 25%, 1/3 de estiércol mojado.

1Ton métrica = 998Kg

Fuente: <http://www.emagister.com/avicultura/galponesavicolas2>. Consulta: octubre 2012.

Para 55 000 aves empleando la tabla anterior se tiene que la planta diariamente produce alrededor de:

10 000 aves ----- 998 kg / día

55 000 aves ----- X

Estiércol producido = (55 000 x 998) / 10 000 = 5 489 kg / día

= (5 489 kg / día) x (1 ton / 998 kg) = 5,5 ton / día

Se tiene que 55 000 aves producen 5,5 toneladas métricas de estiércol por día, como se menciono anteriormente la mortalidad de las aves, es en promedio 20 aves diarias con un peso promedio de 1,7 kilogramos por ave.

La tabla IX, nos da un resumen estimado de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos generados por mes, datos proporcionados por el administrador de la planta en base a su experiencia.

Tabla IX. **Estimación de la generación de desechos sólidos orgánicos**

Desechos sólidos orgánicos	Fuente de generación	Cantidad por día (kg/día)	Días de generación por mes	Total por mes (kg/mes)
Gallinaza	Proceso productivo	5 489	30	164 670
Aves muertas	Proceso productivo	34	30	1 020
Cascaras	Proceso productivo	1	30	30
Huevos rotos	Proceso productivo	3	30	90
*Desechos domésticos orgánicos	Residuos de Alimentación, podas, bolsas de papel.	3	26	78
Total en kilogramos/mes				165 888
Total en tonelada métrica/mes				166,23

Fuente: elaboración propia.

La planta no cuenta con una adecuada disposición de los desechos sólidos inorgánicos, estos se colocan en costales que esperan ser trasladados por el servicio de recolección municipal a los vertederos del municipio, los repuestos metálicos son acumulados en un área expuesta al aire libre, se estima una generación de residuos inorgánicos por día de unos 3 kilogramos lo que equivale en un mes comercial a:

$$\text{Total de residuos inorgánicos} = (3\text{kg/día}) \times (30 \text{ días/mes}) = 90 \text{ kg/mes}$$

3.2.5. Emisiones atmosféricas

En la planta avícola las emisiones atmosféricas provienen básicamente de la degradación de los diferentes tipos de materia orgánica, así como la utilización de la energía eléctrica en toda la maquinaria.

3.2.5.1. Características

Las principales características de las emisiones atmosféricas generadas en la planta son:

- Partículas suspendidas (polvo).
- Gases de efecto invernadero, como el amoníaco y el gas sulfhídrico y otros compuestos azufrados.
- Olores al ambiente.

3.2.5.2. Fuentes de emisiones atmosféricas

Para el proceso de producción que se da en la planta avícola, las principales fuentes de generación de emisiones atmosféricas son:

- El manejo de materias primas, como el alimento para aves.
- Por el uso energía eléctrica.
- El manejo de la gallinaza en la planta que presenta humedad en varios galpones.
- La cocción de los residuos orgánicos.
 - Análisis del consumo energético por iluminación

Se efectuó el cálculo del costo por consumo energético, por la utilización de lámparas incandescentes de 40 vatios (ver figura 18), la cantidad de luminarias en cada una de las áreas y galpones se muestra en la tabla X.

En la tabla XI se muestra el consumo energético mensual de las lámparas que actualmente son empleadas en la planta, este consumo se expresa en kilowatio hora por mes.

Figura 18. **Bombillo incandescente**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Tabla X. **Cantidad de luminarias en la planta**

Ubicación de luminarias	Tipo de luminaria	Potencia (watt)	Número de luminarias
Oficinas administrativas	Bombillo incandescente	40	2
Área del personal y servicios higiénicos	Bombillo incandescente	40	6
Área exterior	Foco incandescente de luz mixta	160	3
Galpón 1,2,3,4 y 5	Bombillo incandescente	40	200

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Consumo energético mensual por luminarias**

Tipo de luminaria	Número de luminarias	Potencia kW	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Consumo mensual en kWh
Bombillo incandescente	208	0,040	6	30	1 497,6
Foco Incandescente de luz mixta	3	0,160	6	30	86,4
Consumo energético mensual					1 584

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Bioseguridad

El término bioseguridad en la planta avícola comprende una serie de medidas para monitorear y controlar el ingreso de patógenos productores de enfermedades para el ave. Las plagas como roedores, moscas, etc., se hacen presente en la planta avícola debido a la acumulación de granos, de residuos y desechos no controlados, así como el ingreso de aves ajenas a la actividad productiva. Una de las principales deficiencias que aportan a la degradación de la bioseguridad, el acceso de roedores por el sistema de drenaje (ver figura 19), este se encuentra en muy mal estado y no cuenta con rejilla de malla contra el ingreso de estos, además de que se carece de un manejo integrado de plagas.

En la planta el galpón aéreo no cuenta con la malla de protección contra aves ajenas a la producción permitiendo el ingreso libre de estos en busca de alimento, hay galpones que presentan deterioro significativo en su malla, la reparación es improvisada con láminas en mal estado, (ver figura 20).

Figura 19. Drenajes sin rejilla de protección



Fuente: granja avícola El Pilar.

Figura 20. Galpón sin malla de protección contra aves ajenas



Fuente: granja avícola El Pilar.

Con lo anterior se ha evidenciado la necesidad de implementar estrictas medidas de bioseguridad en la planta las cuales debe de estar relacionadas directamente con: las características de infraestructura (las que presentan deterioro y falta de mantenimiento); el control de visitas y área de personal; el cual no se encuentra documentado, tampoco se cuenta con *lockers* para el personal.

3.3. Mantenimiento preventivo

La operación de los equipos y el uso de las instalaciones con el tiempo originan la aparición de fallas inherentes a los materiales y a los esfuerzos o exposiciones a que son sometidos, al tiempo que otros factores como el polvo, las vibraciones la fricción e incluso el abuso o una mala operación inciden en la ocurrencia de daños que comprometen su disponibilidad.

Un equipo en mal estado contribuye directamente a mayores consumos de energía, más emisiones, baja productividad, presencia de fuga de materiales que se constituye en emisiones continuas e incontroladas que comprometen al medio ambiente y generan riesgo para el personal de la planta avícola, estos riesgos también se incrementan con unas instalaciones descuidadas, que presenten goteras, mala iluminación, pisos deteriorados, pobre ventilación, etc., de estas situaciones se deriva la necesidad del mantenimiento como un conjunto de prácticas destinadas a corregir y prevenir fallas y daños en equipos e instalaciones, asegurando su disponibilidad en la producción y disminuyendo tiempos muertos.

Como se menciono anteriormente la planta no cuenta con un estructurado programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones y equipos. Para llevar a cabo la elaboración del programa de mantenimiento es necesario considerar los siguientes aspectos: identificar los equipos principales del proceso productivo, identificar las principales fallas y sus causas con el fin de prevenirlas y minimizarlas; se deben crear fichas técnicas para equipos e instalaciones necesarias para facilitar un mejor control, así como también deben evaluarse las rutinas de inspecciones, observación y las acciones correctivas que son tomadas al presentarse una o varias fallas.

3.3.1. Identificación de los equipos críticos

El objetivo de la identificación es facilitar las tareas de mantenimiento asociadas a un equipo o instalación que forman parte del proceso productivo, por ello es indispensable conocer el equipo necesario para desarrollar el proceso productivo de la planta avícola. Los equipos indispensables para el buen alojamiento de las aves en todo el ciclo productivo que se desarrolla en la planta avícola son:

- El sistema de ventilación

El sistema de ventilación empleado en la planta avícola es de tipo natural y forzada, es decir el primero consta de un sistemas de cortinas de cierre y apertura que permite la renovación de aire naturalmente, el segundo empleando ventiladores aéreos de tres aspas accionados por motor, (ver figura 21).

- El sistema eléctrico y de iluminación

El sistema de iluminación en la planta avícola, consta de líneas de iluminación en paralelo distribuidas a lo largo de los galpones productivos, logrando con esto el aprovechamiento de la iluminación artificial que combinada con la luz natural aumentan el tiempo de producción por día. El sistema de iluminación es controlado por medio de interruptores interiores y exteriores, estos a su vez son controlados por un panel principal que distribuye la energía a toda la planta avícola y maquinaria. (Ver figura 22).

Figura 21. **Ventilador aéreo de 3 aspas**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Figura 22. **Panel principal**



Fuente: granja avícola El Pilar.

- El sistema de alimentación

El sistema de reparto de alimento en un galpón es automático, este consta principalmente del silo de almacenamiento accionados por motor, el cual garantiza el suministro constante de alimento durante el todo el ciclo productivo del ave (ver figura 23).

El sistema reparte el alimento a los comederos lineales por medio de una tolva varias veces por día, empleando una cadena de alimentación (ver figura 24), que se encuentra acostada a lo largo de la canaleta movida por motor para los galpones, en los galpones de traspatio se utiliza comederos manuales tipo tolva de 16 kilogramos colgantes.

Figura 23. **Tolva de entrada de alimentación**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Figura 24. **Distribución lineal por cadena del alimento**



Fuente: granja avícola El Pilar.

- El sistema de distribución de agua

El sistema de almacenamiento y distribución de agua, consta principalmente de un pozo de captación, donde el agua es bombeada hasta un tanque con una capacidad de 10 000 litros, que luego a su vez es transportada por medio de tubería hacia depósitos de 2 000 litros ubicados en cada galpón, de aquí es donde se suministra el agua a las aves por medio de bebederos automáticos de niple. En los galpones de traspatio se emplean bebederos automáticos de 4 litros. (Ver figura 25, 26 y 27).

Figura 25. **Motobomba de agua**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Figura 26. **Sistema automático de abastecimiento de agua**



Fuente: granja avícola El Pilar.

Figura 27. **Bebederos esféricos automáticos**

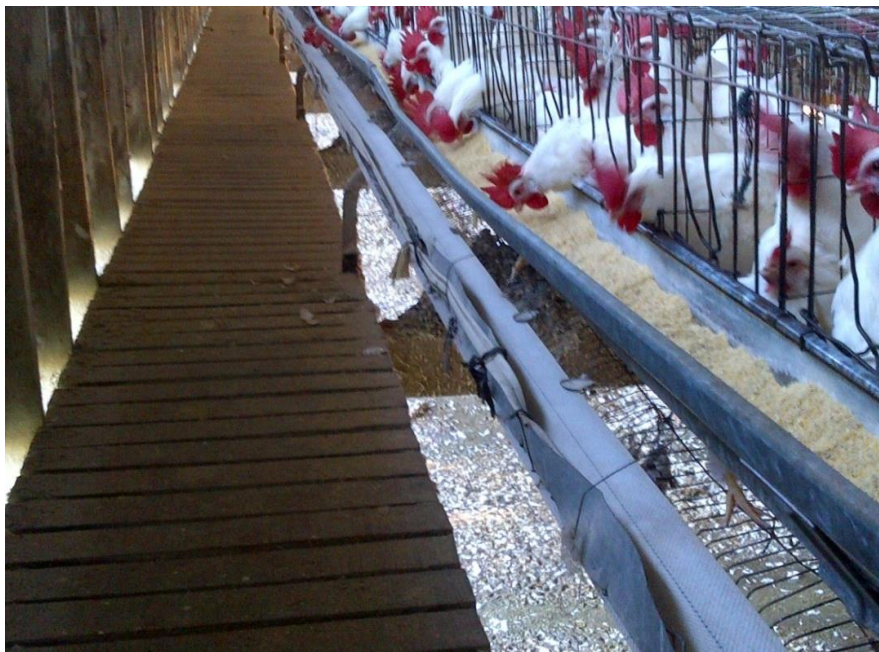


Fuente: granja avícola El Pilar.

- El sistema de recolección de huevos

El sistema de recolección de huevos lo integra principalmente una banda transportadora instalada a lo largo de los galpones con jaulas (esta es de color blanco como lo muestra la figura 28), la unidad de retorno de la banda recolectora, la unidad de poder de la banda recolectora y el recolector de huevos de tipo dedo.

Figura 28. **Banda recolectora de huevos**



Fuente: granja avícola El Pilar.

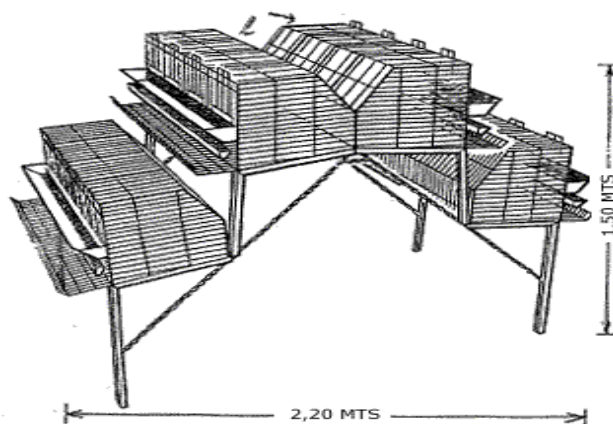
- El sistema de desinfección de galpones

El sistema de desinfección de galpones consta de un equipo de espalda que no es más que una bomba o fumigadora empleada para la desinfección en todas las áreas de la planta, además se cuenta con un Flameador a gas el cual se emplea por así decirlo para quemar las paredes, los pisos y las plumas.

- Equipos de postura

Dentro de los equipos de postura se tiene las jaulas que son equipos adaptados especialmente para la puesta de huevos en la planta, esta tienen como fin brindar un ambiente adecuado para facilitar la producción de huevo, estas están fabricadas de alambre, ver figura 29.

Figura 29. **Disposición de jaulas en galpones**



Fuente: <http://manualdeavicultura/jaulassd123.html>. Consulta: octubre 2012.

Una vez que se ha identificado el equipo que participa en el proceso, es necesario que se desarrollen las acciones para el mantenimiento preventivo de acuerdo a la especificación de cada aparato.

3.3.2. Identificación de las fallas principales

Las principales fallas que presentan los equipos que intervienen en el proceso productivo de la planta, son consecuencia directa de la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo. Generalmente los equipos presentan fallas adultas que son derivadas de las condiciones diarias de operación y fallas tardías, estas por uso, desgaste y envejecimiento de los equipos de la planta.

3.3.3. Elaboración de fichas técnicas

Las fichas técnicas de los equipos son muy importantes para efectuar un mantenimiento preventivo, estas proporcionan información relevante sobre las características del equipo y sus componentes, contribuyendo a facilitar el control de los repuestos cuando sean necesarios, derivado de la simplicidad de los equipos en la planta, en la fichas se describen únicamente el nombre, la marca, su localización y su característica principal. Los datos para la elaboración de las fichas técnicas de los equipos fueron obtenidos por medio de la lectura de las placas técnicas de cada equipo, en algunos casos fue imposible tomar los datos técnicos debido al deterioro y antigüedad de los equipos. (Vea tablas XII a XVIII).

Tabla XII. **Ficha técnica sistema de ventilación**

01	Sistema de ventilación		
Equipo	Marca	Localización	Características técnicas
Ventilador de 3 aspas	Ventto	Galpones 3	Ventilador cónico Motor 1,5 Hp
Cortinas Plásticas		Galpones 4 y 5	Constan de un sistema de alambres, poleas y manivela

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Ficha técnica sistema eléctrico**

02	Sistema eléctrico e iluminación		
Equipo	Marca	Localización	Características técnicas
Panel principal y auxiliares		Bodega producto terminado	Conexión de arrancadores, transformadores
Iluminación, tomacorrientes, e interruptores		Interior – exterior Galpones 1, 2, 3, 4, 5, oficinas y otras dependencias	Lámparas incandescentes

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Ficha técnica sistema de alimentación**

03	Sistema de alimentación		
Equipo	Marca	Ubicación	Características técnicas
Silo de 2 anillos		Galpón 3	Silo de 15 toneladas, con transportador helicoidal de llenado, Motor 1,5 Hp
Tolva de entrada. Cadena de distribución		Galpón 3	Cadenas rectangulares, instaladas a lo largo de la canaleta de alimentación Motor 1,5 Hp
Comederos manuales		Galpones 1,2,4 y 5	De plástico, colgantes, capacidad 16 kilogramos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Ficha técnica sistema de recolección de huevo**

04	Sistema recolección de huevo		
Equipo	Marca	Ubicación	Características técnicas
Banda recolectora de huevos		Galpón 3	De tejido sintético, tensores de banda a cada extremo Motor 1,5 Hp
Unidad de retorno		Galpón 3	Motoreductor de 1,5 Hp
Unidad de poder Banda recolectora		Galpón 3	Motoreductor de 1,5 hp
Recolector de huevo tipo dedo		Galpón 3	Dedos de hule, motoreductor de 1,5 Hp

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Ficha técnica sistema de distribución de agua**

05	Sistema de distribución de agua		
Equipo	Marca	Ubicación	Características técnicas
Bomba de agua		Pozo de agua	Motor 2,0 Hp
Tanque de agua		Galpones 1,2,3,4, 5	Tanque plástico, capacidad 2 000 litros
Red de distribución y tuberías		Todas las instalaciones de la planta avícola	Compuesta en su mayoría por PVC, válvulas, chorros y llaves de paso.
Bebederos automáticos		Galpones 1,2,3,4 y 5	Bebederos de niple. Colgantes con capacidad de 4 litros

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Ficha técnica sistema de desinfección de galpones**

06	Sistema de desinfección de galpones		
Equipo	Marca	Localización	Características técnicas
Flameador		Bodega de Insumos	Lanza llamas a gas. Peso 126 kg. Temperatura 1 050°C
Motobomba	Saeta TF-900	Bodega de Insumos	Equipo de espalda para fumigación de galpones

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Ficha técnica equipos de postura y herramienta menores**

08	Equipos de postura y herramientas menores		
Equipo	Marca	Localización	Características técnicas
Jaulas		Galpón 3	Elaboradas de metal, capacidad de albergue de 2 aves, puertezuela con bisagra
Palas, escobillones, carretilla manual, azadones		Bodega de Insumos	Herramientas menores de uso manual De metal

Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Rutinas de inspección y observación

La inspección visual y auditiva es efectuada por personal técnico laboral de la planta al equipo y a las instalaciones que se les realizara su mantenimiento preventivo, este aspecto se basa en la experiencia del personal para lograr determinar alguna anomalía. Al momento de realizar la inspección del equipo el personal técnico laboral debe de utilizar las herramientas necesarias para lograr un mejor criterio de su análisis, sin embargo la inspección visual se efectúa anotando únicamente las anomalías y fallas que se encuentran para su posterior corrección, además no existe un registro de *check list* por la inspección y observación realizada para cada equipo e instalación.

Como por ejemplo la inspección a las instalaciones eléctricas las efectúa un contratista individual, este es realizado generalmente cada cuatro meses, pero no se tiene un programa de inspección anual establecido.

3.3.5. Acciones correctivas

Las actividades de mantenimiento en la planta avícola, generalmente son actividades para corregir fallas y averías que se presenta durante una rutina de inspección visual o que son reportadas por lo operarios del galpón en su momento, lo cual repercute directamente en los costos de operación de la planta. Es necesario minimizar estas acciones correctivas por acciones preventivas con el fin de minimizar el efecto negativo que se da a la disponibilidad de los equipos, a los costos por mayor consumo de energía y al medio ambiente.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Características de la implementación

El enfoque preventivo de Producción más Limpia, tiene como propósito disminuir la cantidad y la complejidad de los flujos de subproductos, residuos o desechos que se generan de la actividad productiva de la planta. Además se incorporan a estas, aquellas prácticas que van encaminadas a controlar o tratar aquellos desechos y emisiones que ya no puede ser reducidos en la fuente.

En este capítulo se describen las buenas prácticas de gestión ambiental aplicables a las actividades productivas de la planta avícola, estas incluyen medidas de prevención, control de la contaminación y mantenimiento.

4.1.1. Objetivo

Como se ha descrito anteriormente uno de los principales objetivos es dar a conocer la importancia de implementar una Producción más Limpia para la empresa y el medio ambiente.

4.1.2. Alcance

El alcance de la implementación de producción más limpia abarca todo el proceso de producción del huevo, este contempla reducir el consumo de los recursos naturales por unidad de producción, la cantidad de contaminantes generados por la planta y su impacto ambiental.

4.2. Producción más Limpia

La implementación de buenas prácticas de gestión ambiental en la planta avícola van desde sencillas operaciones como el cambio de focos normales a focos ahorradores de energía, concientización del personal con el ambiente, hasta propuestas de mantenimiento preventivo, se tomo como punto de partida el análisis ambiental descrito anteriormente, para desarrollar la mejores opciones de Producción más Limpia.

4.2.1. Consumo de agua

El consumo de agua para la producción de la planta avícola, como se menciona anteriormente proviene de una fuente subterránea y de servicio municipal, el uso adecuado del agua es uno de los factores claves para generar impactos económicos y ambientales positivos, al disminuir la cantidad de aguas residuales que requieran tratamiento.

Se proponen de manera objetiva opciones que permitan incrementar la eficiencia y establecer una adecuada gestión ambiental. Las cuales se pueden lograr con cambios sencillos en la operación, que en algunos casos no requieren una inversión económica, sino de una modificación de actitud y del manejo apropiado de la información sobre el proceso productivo, condiciones de la empresa y funcionamiento.

4.2.1.1. Instalación de contadores

Se proyecta la instalación de cuatro contadores de agua, a la tubería que abastece cada uno de los galpones destinados a la producción de tipo artesanal, con este se pretende conocer a detalle el consumo total del agua en estos galpones para efectuar una comparación entre los mismos, mensual y por cada ciclo productivo. Se pretende que esta comparación sea un parámetro que permita cuantificar el consumo del ave durante su ciclo y la cantidad de agua empleada para la limpieza en cada galpon. (Ver figura 30).

Figura 30. **Contador de agua tipo estándar**



Fuente: <http://www.bmeters.com>. Consulta: octubre 2012.

4.2.1.2. Limpieza en seco

Debe de establecerse como medida estricta la remoción de los sólidos generados por el proceso que estén presentes en las áreas de trabajo, especialmente la gallinaza en cama con el uso de palas y carretones, se debe de minimizar en lo posible el uso de agua para limpiar, esto permite una mayor recuperación de residuos sólidos, disminución del consumo de agua, disminución en la generación de aguas residuales, así como de la carga contaminante en estas últimas. Con esta práctica, se recupera de forma sólida y seca los desechos, lo que hace más viable su manejo.

También debe barrerse en seco los pisos, paredes, malla, jaulas y en general todo lo que quede dentro del galpón. En la figura 31, se muestra un rótulo propuesto para cada uno de los galpones donde se recuerda y concientiza al personal que se debe efectuar en lo posible la limpieza en seco en la remoción de gallinaza y camas.

Figura 31. Rótulo de para los galpones avícolas



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Picture Manager 2007.

4.2.1.3. Lavado

La práctica del lavado, es una de las más comunes dentro de los diferentes procesos productivos de la planta avícola. Se debe tener en cuenta que en varios casos, el lavado en exceso incrementa innecesariamente la cantidad de aguas residuales a tratar, por lo cual se debe tomar en cuenta las siguientes prácticas que se muestran en la tabla XVIII.

Tabla XIX. **Buenas prácticas para el lavado**

	Descripción
Prácticas ambientales para el lavado de galpones y vehículos	Evitar el lavado y enjuague excesivos en las diversas fases de producción.
	Mantener siempre todas las llaves de agua cerradas cuando no se utilizan.
	Monitorear y controlar el uso de detergentes y desinfectantes en el lavado, utilizando la cantidad/dosis mínima necesaria, pero efectiva.
	Efectuar la limpieza de los equipos de postura de los galpones de producción tradicional en el exterior
	Emplear los equipos de alta presión

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.4. Transporte

Una práctica muy importante es evitar el transporte de materias primas, productos, subproductos, residuos o desechos con agua, ya que esto aumenta el volumen de aguas residuales innecesariamente y dificulta su manejo.

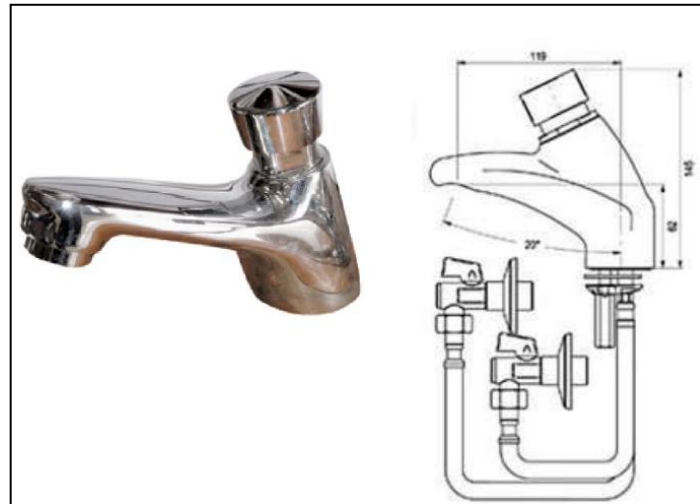
4.2.1.5. Bioseguridad

Bioseguridad en el consumo de agua se refiere a optimizar el consumo de agua en actividades diarias, instalando equipos que reduzcan el consumo de agua en limpieza y desinfección de vehículos, duchas, lavamanos, sanitarios, etc. En este caso se proponen la sustitución de los siguientes equipos: grifos, duchas e inodoros, dada sus características, pueden fácilmente ser removidos y sustituidos de manera casi inmediata, por equipos más eficiente en cuanto al ahorro de consumo de agua en la utilización de los servicios domésticos.

- Sustitución de grifos

Los grifos que actualmente se emplean en la planta avícola pueden sustituirse por grifos temporizadores o de *push-button*, los cuales se accionan por medio un pulsador y se cierran después de un tiempo generalmente es de 10 ± 2 segundos, con esto se puede evitarse el desperdicio de agua mientras no se está utilizando, ver figura 32.

Figura 32. **Grifo temporizado**



Fuente: www.ecologicbarna.com. Consulta: octubre 2012.

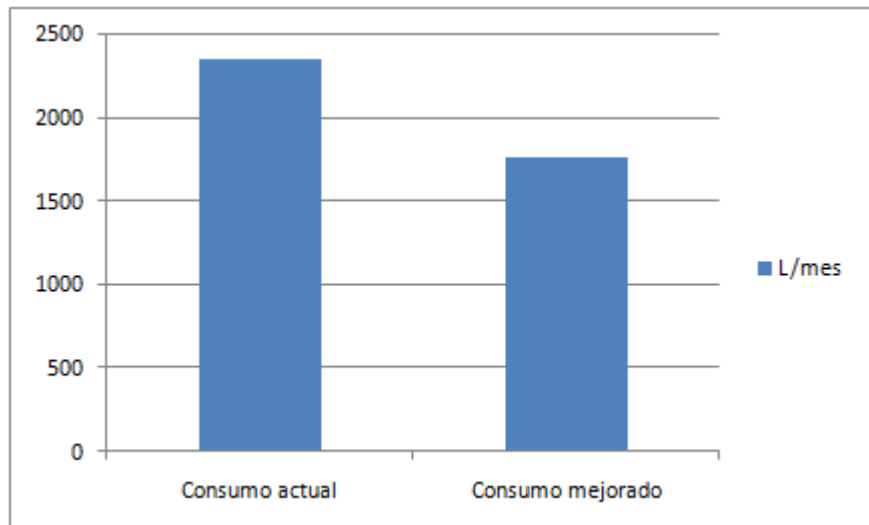
Este grifo posee un caudal de descarga de 4,5 litros por minuto, y en comparación con el grifo que actualmente se está empleado de 6,0 litros por minuto, se tiene un ahorro en el consumo de 1,5 litros por minuto, como lo muestra la siguiente tabla XX.

Tabla XX. **Ahorro por sustitución del grifo**

	Equipo	Caudal (L/min)	Consumo mensual
Consumo actual	Grifo de llave	6,0	2 340
Consumo mejorado	Grifo temporizador	4,5	1 755
Ahorro mensual			585

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Gráfica consumo actual versus consumo mejorado**



Fuente: elaboración propia.

El ahorro sería de 585 litros por mes únicamente en el uso del lavamanos, como lo muestra gráficamente la figura 33. Comparación del consumo actual contra el consumo mejorado.

- Instalación de reductor de caudal en regadera

Puede conectarse a las regaderas actuales sin función de ahorro de agua, un reductor de caudal para cabezas de regadera, con esto optimiza el consumo de agua por la higiene y aseo personal indispensable para las actividades de la planta, ver figura 34.

Figura 34. **Reductor de caudal conexión giratoria**



Fuente: www.aguaflux.es. Consulta: octubre 2012.

Este reductor de conexión giratoria posee un caudal de descarga de 7,2 litros por minuto, que en comparación con los 20,27 litros por minuto de caudal de descarga que actualmente tiene la regadera significa un ahorro de 13,07 litros por minuto. El ahorro mensual que puede obtenerse se muestra en la siguiente tabla XXI.

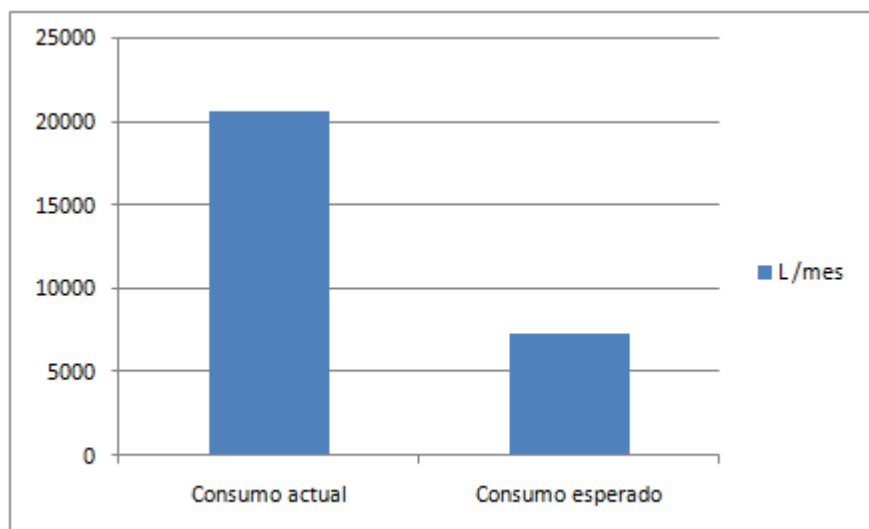
Tabla XXI. **Ahorro por instalación del reductor de caudal**

	Equipo	Caudal (L/min)	Consumo mensual
Consumo actual	Regadera sin reductor caudal	20,27	20 554
Consumo mejorado	Regadera con reductor de caudal	7,2	7 301
Ahorro mensual en litros			13 253

Fuente: elaboración propia.

Con la instalación del reductor de caudal para la cabeza de regadera se tiene un ahorro en consumo de 13 253 litros por mes, que es un ahorro bastante representativo como lo muestra la gráfica comparativa del consumo de actual contra el consumo mejorado, ver figura 35.

Figura 35. **Gráfica de consumo actual contra el consumo esperado**



Fuente: elaboración propia.

- Instalación de pistolas industriales

La instalación de pistolas es una de las prácticas que se encuentra en la planta, pero estas ya se encuentran en mal estado, presentan fugas considerables durante el manejo, se hace la propuesta de ahorro en consumo de agua empleando en un caso únicamente, la manguera de $\frac{3}{4}$ de pulgada para la limpieza y lavado; y en el otro utilizando pistolas de alta presión.

Con la instalación de pistolas industriales de $\frac{3}{4}$ de pulgada se tiene una cauda de salida de 67 litros por minuto, que en comparación con la utilización únicamente de la mangüera con un caudal de 87 litros por minuto se tiene una reducción en consumo de 20 litros por minuto. La tabla XXII muestra el ahorro que puede obtenerse por la instalación de pistolas en las mangueras.

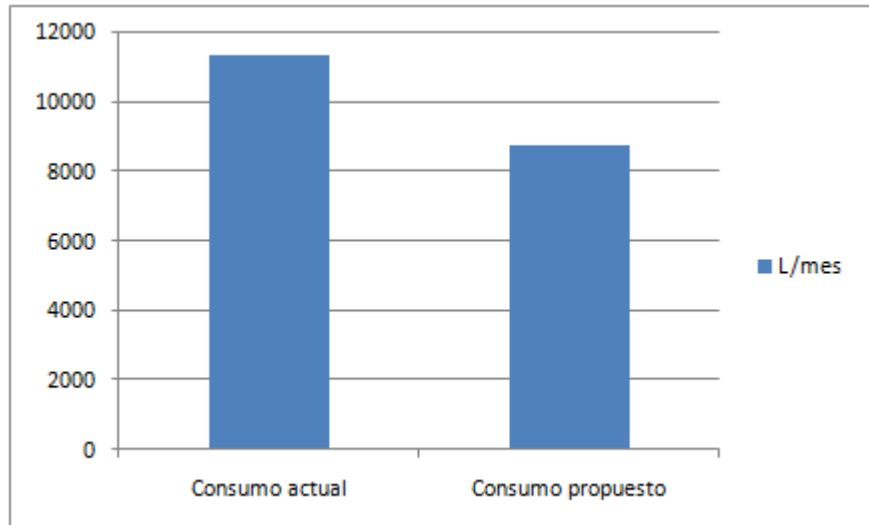
Tabla XXII. **Ahorro por instalación de pistolas de agua**

	Equipo	Caudal (L/min)	Consumo mensual
Consumo actual	Mangüera sin pistola	87	11 310
Consumo mejorado	Mangüera con pistola	67	8 710
Ahorro mensual en litros			2 600

Fuente: elaboración propia.

Con la instalación de pistolas en las mangueras se tiene un ahorro en consumo de 2 600 litros por mes, que es un ahorro bastante representativo como lo muestra la figura 36. Comparativa del consumo de actual contra el consumo mejorado.

Figura 36. **Consumo actual contra consumo de agua propuesto**



Fuente: elaboración propia.

4.2.1.6. Reciclaje del agua

Se puede considerar la posibilidad de reciclar el agua que ya ha sido utilizada en el desarrollo del proceso, especialmente aquella que tuvo contacto directo con el producto u otro elemento que la contamine. Para esta práctica es necesario verificar la fuente, cantidad y calidad de agua que se tiene proyectada reutilizar, y asegurarse que esto no altera la calidad del producto final. Se propone reutilizar el agua residual de los desechos líquidos, para el proyecto de generación de biogás propuesto más adelante, como tratamiento y control de la contaminación.

4.2.1.7. Control del agua en depósitos

Se debe evitar en lo posible los derrames en los depósitos de aguas, esto se logra imponiendo un nivel de capacidad óptima. Este nivel se debe controlar periódicamente, los puntos a considerar son: bebederos del ave, almacenaje de agua, procesos de lavado. En la figura 37 se muestra un rotulo propuesto para el recordatorio del personal sobre la el control del agua.

Figura 37. Rotulo para control de agua



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Picture Manager 2007.

4.2.2. Emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas están formadas por el conjunto de sustancias que se vierten a la atmósfera, como el dióxido de carbono, el oxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y el dióxido de sulfuro.

4.2.2.1. Olores

La emisión de olores que se da en la planta, proviene de la descomposición de la materia orgánica generada durante las diferentes etapas productivas. Se debe evaluar las actividades que muestra la tabla XXIII, para minimizar la emisión de estos olores.

Tabla XXIII. **Prácticas para reducir la emisión de olores**

	Descripción
Prácticas ambientales para reducir la emisión de olores	Remover con frecuencia y en seco el material generador de malos olores, tales como la gallinaza, evitando la acumulación de residuos y desechos en fosas, trampas o lugares inadecuados
	Mantener la gallinaza lo más seca posible, mediante ventilación permanente
	Se debe centralizar el área donde se manejan los residuos.
	Acelerar la dispersión de la gallinaza al suelo, obteniendo un secado rápido, para reducir la emisión de amoniaco.
	Proveer condiciones adecuadas de acuerdo a la edad y peso de las aves, de manera que circule aire fresco y uniforme en todo el recinto. Considerar los horarios y dirección del viento para la limpieza.
	Crear cortinas vegetales con árboles o arbustos aromáticos para minimizar la emisión de olores que viajen a las poblaciones cercanas

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Energía

El consumo de energía tanto eléctrica que se da en la planta avícola contribuye a la generación de gases de efecto invernadero y a la emisión de partículas. Se debe contar con un control eficiente para este consumo, considerando que su excesivo consumo afecta directamente los costos de producción de la planta además de impactar negativamente al ambiente.

- Instalación de lámparas ahorradoras

En la planta diariamente se utilizan 6 horas diarias de iluminación artificial, 3 horas antes y 3 horas después, actualmente se emplean bombillos incandescentes de 40 *watt* para proporcionar la iluminación artificial en cada uno de los galpones. Actualmente existen bombillos ahorradores de energía eléctrica que puede adecuarse de mejor manera a las necesidades de la planta, siendo energéticamente más económicos y ambientalmente mas amigables.

Figura 38. **Lámpara fluorescente compacta**



Fuente: www.afrelectricidad.blogspot.com. Consulta: octubre 2012.

En la figura 38 se muestra una lámpara fluorescente compacta de 11 *watt*, la cual posee una intensidad luminosa equivalente al bombillo incandescente de 40 *watt* utilizado en la planta, pero con un consumo energético mucho menor al que se tiene actualmente, como lo muestra la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Comparativa de luminarias**

Característica	Bombillo incandescente actual	Fluorescente CFL propuesto
Potencia	40 watt	11 watt
Entrega de luz	720 lúmenes	600 lúmenes
Eficiencia	720 lm - 60 W= 121 lm-W	600 lm - 11 W= 54,35 lm-W
Lámparas necesarias para cubrir 8,000 horas de trabajo	8	1
Consumo de energía para 8000 horas de trabajo	$40 \times 8000 / 1000 = 489 \text{ kWh}$	$11 \times 8000 / 1000 = 88 \text{ kWh}$
Relación del consumo energético	100%	82%

Fuente: elaboración propia.

Como puede apreciarse la eficiencia energética de la lámpara fluorescente compacta de 11 *watt* en relación al bombillo incandescente de 40 *watt* es significativo, tomando en cuenta la sustitución de las 208 luminarias con las que actualmente cuenta la planta, se estiman un ahorro energético como muestra la tabla XXV.

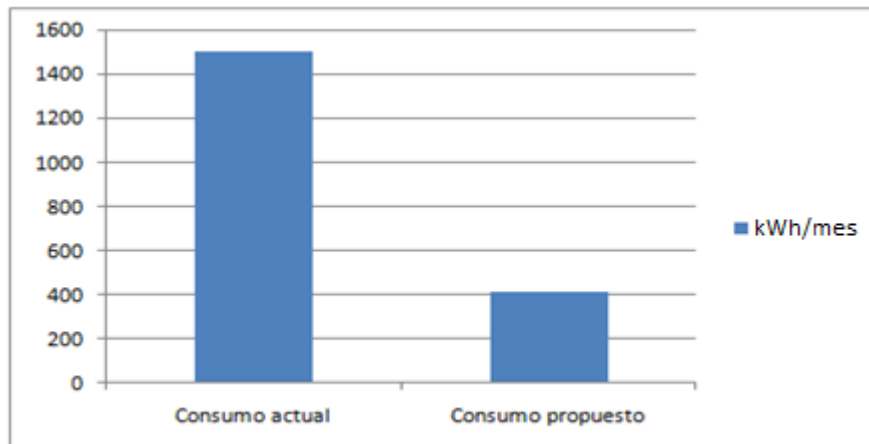
Tabla XXV. **Consumo energético por luminarias**

Tipo de luminaria	Número de luminarias	Potencia (kW)	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Consumo mensual (kWh)
Lámpara actual	208	0,040	6	30	1 497,6
Lámpara propuesta	208	0,011	6	30	411,84
Ahorro energético (kWh/mes)					1 085,76
Ahorro energético porcentual					72,5%

Fuente: elaboración propia.

La figura 39 muestra gráficamente el consumo energético que actualmente se tiene en comparación al consumo que puede obtenerse implementando la nueva propuesta.

Figura 39. **Gráfica ahorro en consumo energético**



Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3. Vapor

Actualmente la planta avícola no emplea vapor de agua en ninguna de las actividades que se desarrollan en la planta, tampoco se cuenta con equipo para esta distribución, más sin embargo se proponen las mejores prácticas ambientales si a futuro surge la necesidad de implementar un sistema, estas se muestran en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Prácticas para el consumo de agua de vapor**

Prácticas ambientales relacionadas al consumo de vapor de agua	Descripción
	Recuperar el condensado de vapor para su recirculación en el sistema de generación de vapor, si se tiene
	Evitar fugas de vapor y agua caliente, y aislar el sistema de distribución de vapor
	Brindar mantenimiento preventivo de calderas y sistemas de distribución de vapor
	Controlar la temperatura de los gases de chimenea
	Instalar trampas de vapor en las líneas de distribución de vapor
	Monitorear el mantenimiento de la red de distribución

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.4. Calefacción

La planta no cuenta con un sistema de calefacción en los galpones, se recomienda de ser necesaria la implementación a futuro, evitar las pérdidas de calor en los sistemas del área de levante de aves, así como también se debe de programar un mantenimiento preventivo a todo el sistema.

4.2.2.5. Incineración

Actualmente la cremación se lleva a cabo únicamente para las aves de descarte, en un horno de incineración a leña, es necesario monitorear y controlar la temperatura de trabajo, para evitar en lo posible el excesivo consumo de energía térmica por la quema de leña, se pretende eliminar esta mala práctica, integrando estas a un programa de compostaje que se describe más adelante e implementan la utilización de una fosa de mortalidad.

4.2.3. Gestión interna de responsabilidad

La responsabilidad corporativa interna, se conceptúa como la parte que gestiona de manera social, sostenible, ética, humanista y solidaria los recursos humanos de cualquier empresa, con el objetivo de mejorar la competitividad y darle valor agregado.

4.2.3.1. Capacitación

La capacitación es un tema que debe abordarse periódica y constantemente, más aun si es referente al cuidado y protección del ambiente. La planta debe de proporcionar entrenamiento básico sobre la prevención, reducción y control de la contaminación, así como de las prácticas ambientales aplicables en la empresa a todos sus colaboradores. Para que la implementación de las buenas prácticas de producción más limpia sea efectiva, primero que nada se debe concientizar a todo el personal de la planta incluyendo al personal subcontratado, ya que estos son los que utilizan y manejan las materias primas, insumos, residuos y desechos en la planta avícola.

4.2.3.2. Control de plagas

Actualmente la planta cuenta con un programa de control de plagas, este se basa únicamente en la fumigación y utilización de químicos para su control, se propone de manera objetiva al manejo actual de las plagas (roedores, moscas y el escarabajo de cama), un plan de acción para cada una de estas. (Ver tablas XXVII a XXIX).

Tabla XXVII. Control de roedores

Actividad	Plan de acción
Eliminación de los desechos sólidos y mortalidades	Se deben colocar en recipientes con sus respectivas tapas para evitar la proliferación de las plagas y al final del día llevarlos a los lugares de eliminación.
Ubicación y destino de escombros	Dirigida a los materiales de desecho de construcción que incluye escombros y restos de madera; debido a que generan ambientes ideales para la proliferación de ratas y ratones.
Mantenimiento de áreas verdes	Tener bien cortadas las áreas verdes alrededor de los galpones.
Manejo de bodegas	Limpieza y orden permanente de las bodegas de alimento. Cuidado especial al estibar el alimento, hacerlo alejado de las paredes en las bodegas.
Mantenimiento de drenajes	Realizar un adecuado mantenimiento y entubamiento de los sistemas de desagüe, reparación de las tapas de las cajas de revisión e instalación de rejillas donde se requiera.

Continuación de la tabla XXVII.

Actividad	Plan de acción
Utilización de malla	Taponar toda posible entrada de roedores a las edificaciones mediante el uso de mallas.
Uso y control de Plaguicidas	Uso frecuente de raticidas y rodenticidas en todas las áreas que componen la granja.
	Realizar controles periódicos de la aplicación del raticida, esto permitirá definir si se continúa o modifica su aplicación
Uso de trampas	Colocar trampas (uno cada 25 metros) alrededor de las edificaciones y pegados a las paredes, en los cuales se coloquen los venenos y queden accesibles a las ratas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Control de moscas**

Actividad	Plan de acción
Verificar la población de moscas	Donde este más concentrada la población de moscas, identificación de la población.
Aplicación de larvicidas	Realizar la aplicación de larvicidas sobre la gallinaza en los sitios húmedos.
Fumigaciones	Realizarla en horas frescas del día, a favor del viento, para una buena cobertura, en las áreas verdes, entre galpones, haciendo el recorrido de ida y vuelta, fumigación de culatas del galpón y realizar una limpieza a fondo, prohibida la fumigación dentro de los galpones, por riesgos de toxicidad, para las aves durante el ciclo productivo y alternar los insecticidas, lo cual evitará la generación de resistencias.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Control del escarabajo**

Actividad	Plan de acción
Monitoreo y diagnóstico	Para tener idea de la magnitud de la infestación.
	En los galpones, identificar los puntos de infestación, examinando debajo de los comederos, jaulas, columnas y paredes, especialmente de noche.
	Cuando la infestación es ligera, se debe voltear la cama para encontrar larvas o adultos.
Aplicación de insecticida	Realizar al momento de sacar el lote de aves, inmediatamente después de retirar la cama.
	La aplicación de insecticidas debe ser masiva, mediante aspersión y cubriendo toda la superficie del piso del galpón. De esta manera todo insecto que salga del subsuelo morirá al contacto con el insecticida, debe hacerse entre parvadas, dejar actuar al químico por 24 horas.

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Control de la contaminación**

Para controlar de mejor manera la contaminación generada e inevitable de la planta avícola se deben de integrar las mejores prácticas para la recuperación y disposición final de los residuos y desechos sólidos, se debe de estandarizar un procedimiento que contemple el manejo adecuado de los residuos y desechos generados, el cual debe de incluir la identificación de los mismos, así como la segregación, acopio y traslado de estos.

4.3.1. Residuos sólidos

El manejo adecuado de los residuos sólidos inicia con la recolección y el almacenamiento dentro de las instalaciones de la planta avícola. Las prácticas de control de la contaminación tienen como fin minimizar el potencial impacto ambiental negativo, así como lograr las condiciones mínimas necesarias para ser reincorporados a otras cadenas productivas en el mismo u otro sector.

4.3.1.1. Residuos orgánicos

Los residuos sólidos orgánicos provienen directamente de las actividades diarias de la planta avícola, es decir, de los procesos biológicos de las aves, siendo estos la mortalidad, huevos defectuosos, gallinaza, y otros, como picos, uñas, patas y vísceras no comestibles que resultan de otros procesos como el de la producción de carne de ave.

4.3.1.2. Gallinaza

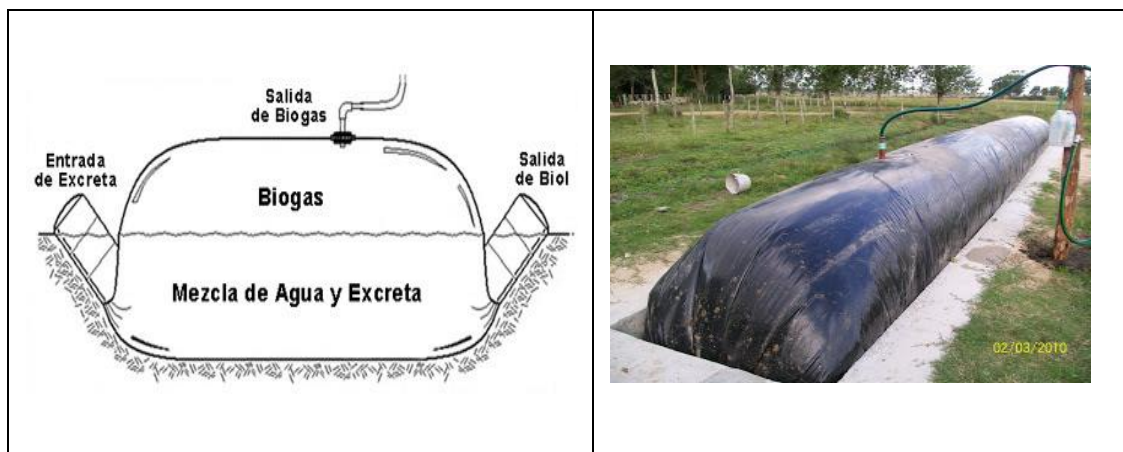
La gallinaza es el residuo orgánico más representativo que genera la planta avícola, tanto por su volumen como por sus características. Es la mezcla entre cama (viruta) y deposiciones sólidas y líquidas de los animales. Actualmente sus propiedades como abono orgánico son reconocidas por la comunidad agrícola. La mayor parte de este residuo se vende sin procesar a otras explotaciones y una parte de este se usa internamente como fertilizante, para los huertos agrícola que se tienen. La gallinaza es un residuo, pero también es considerado como un producto valioso por sus posibles aplicaciones.

Con la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos que se describen a continuación se genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo orgánico abundante y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no se procesa, debido a una mala utilización o disposición.

- Utilización de un biodigestor

Un biodigestor es un sistema novedoso y poco utilizado en la avicultura del país para el tratamiento de la gallinaza, este disminuye la contaminación de aire, suelo y agua. El biogás que se produce en el interior del biodigestor puede ser utilizado como combustible para sustituir el gas propano ya que su poder calorífico oscila entre 5 000 y 6 000 kilocalorías por metro cúbico en función del contenido de metano, puede ser empleado para la generación de energía eléctrica, además los residuos pueden ser utilizados como bioabono. La figura 40 muestra el diagrama de un biodigestor.

Figura 40. **Modelo de biodigestor**



Fuente: www.bioero.com. Consulta: noviembre 2012.

Para calcular el volumen necesario que tendrá el biodigestor, se debe considerar que el volumen de la gallinaza representa el 75 por ciento de la capacidad de este, el restante 25 por ciento representa el volumen que retendrá el biogás. Tomando en cuenta que la densidad de la gallinaza es de 1,62 kilogramos por litro y considerando que solo 10 000 aves en etapa productiva general aproximadamente 998 kilogramos por día de excreta y 1,02 metros cúbicos de biogás por día y que el tiempo de biodigestión oscila de 30 a 36 días, se tiene que el volumen de la gallinaza es:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de la gallinaza} &= (\text{kg de excreta/día}) \times (\text{tiempo de biodigestion}) \\ \text{Volumen de gallinaza} &= \frac{998 \text{ kg}}{\text{día}} \times 33 \text{ días} \times \frac{1 \text{ L}}{1,62 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 20,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Estimando el volumen total que tendrá el biodigestor se tiene que:

$$\begin{aligned} 20,36 \text{ m}^3 &\text{-----}75\% \\ X &\text{-----}25\% \end{aligned}$$

$$\text{Volumen del biodigestor} = \frac{20,36 \times 25\%}{75\%} = 6,79 \text{ m}^3 + 20,36 \text{ m}^3 = 27,15 \text{ m}^3$$

Esto nos indica que para tratar la gallinaza generada por 10 000 aves se necesita un volumen total del biodigestor de 28 metros cúbicos, de estos aproximadamente 21 metros cúbicos contendrán la gallinaza y 7 contendrán el biogás. Considerando la producción de biogás que puede generarse diariamente con el tratamiento de la gallinaza en el biodigestor, se estima la producción que mensualmente puede obtenerse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} 1,03 \text{ m}^3 &\text{-----}1 \text{ día} \\ X &\text{-----}30 \text{ días} \end{aligned}$$

$$\text{Producción mensual} = 1,03 \text{ m}^3 \times \frac{30 \text{ día}}{1 \text{ día}} = 30,9 \text{ m}^3$$

Lo anterior nos indica que puede llegar a obtenerse una producción mensual de biogás de 31 metros cúbicos aproximadamente y tomando en cuenta que el gas propano posee 91 700 unidades térmicas británicas por galón, se tiene entonces su equivalente de la siguiente manera:

$$\text{Equivalente} = \frac{31 \text{ m}^3 \text{ biogás}}{\text{mes}} \times \frac{5\,500 \text{ kcal}}{1 \text{ m}^3 \text{ biogás}} \times \frac{3\,968 \text{ BTU}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{\text{gal}}{91\,700 \text{ BTU}} = 7,37 \text{ gal}$$

Mensualmente se tendrá una producción equivalente de 7,37 galones de gas propano, a un costo en el mercado de \$1,60 por galón es decir \$11,80 por mes que convertidos a moneda nacional son Q.94,33 mensuales que produce el biodigestor de gas propano.

4.3.1.3. Aves muertas

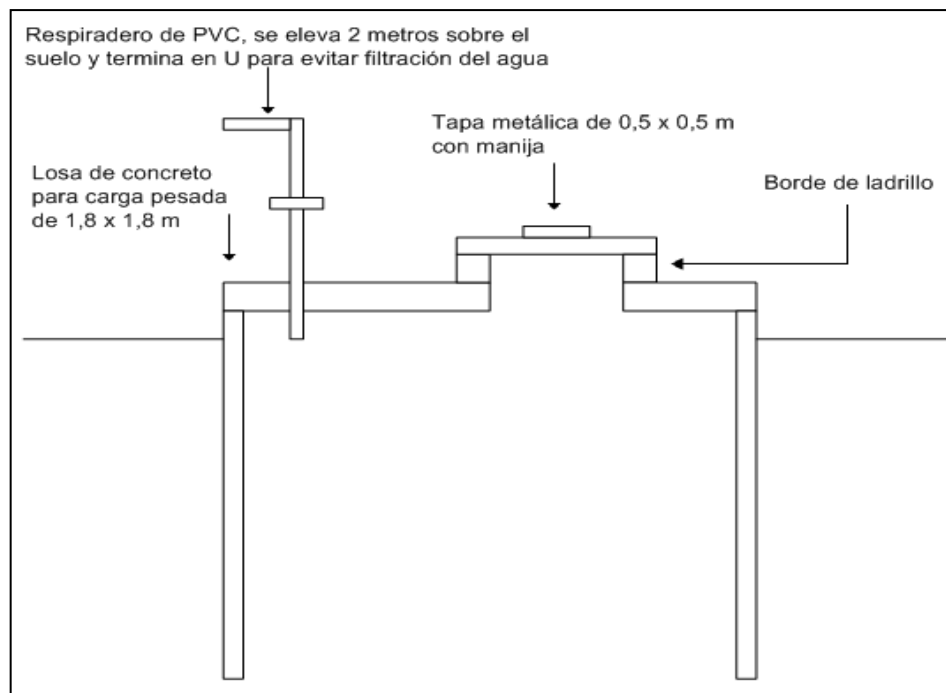
Actualmente el manejo de las aves muertas se hace a través de la incineración del ave de desecho en un horno de cremación, este manejo no es el más adecuado ya que este involucra varias posibilidades de impacto ambiental negativo. El tratamiento de la mortalidad es esencial para controlar la diseminación de enfermedades y prevenir la contaminación ambiental.

La disposición final de la mortalidad puede realizarse empleando dos procesos que son ambientalmente aceptados: a través de una fosa que recibe la mortalidad de toda la granja o en unidades de compostación. Se propone la eliminación completa de práctica de la cremación, empleando ambos métodos, en este apartado se propone la implementación de una fosa de mortalidades.

- Fosa de mortalidades

Esta práctica consiste en depositar los cadáveres en fosas debidamente construidas a una distancia moderada de los galpones y viviendas, acondicionadas con revestimiento de cemento con tapa hermética para aumentar la temperatura y acelerar los procesos de descomposición de la materia orgánica, un tubo (respiradero) para evacuar los gases que se producen en la descomposición, buena ventilación, la profundidad debe ser más o menos 3 metros, la siguiente figura muestra la composición de la fosa de mortalidad, ver figura 41.

Figura 41. **Modelo propuesto de fosa de mortalidad**



Fuente: elaboración propia.

- Proceso
 - Cuando se inicia el uso del tanque se puede usar un cultivo bacterial iniciador (lodo de tanques sépticos o de biodigestores anaeróbicos).
 - Para la estabilización y desinfección de la mortalidad se debe agregar capas de cal.
 - Lo más apropiado es abrir las aves para aumentar la superficie de acción microbiana y favorecer el proceso de descomposición.
 - Semanalmente rociar agua sobre el material en descomposición, mejorando el proceso microbial.
 - A los tanques no se le debe adicionar sustancias antibacteriales como hipocloritos (límpido), cal, desinfectantes, ácidos.
 - No introducir bolsas o material plástico o no biodegradable.

4.3.1.4. Huevos

Al igual que el manejo de aves muertas, un adecuado manejo de huevos defectuosos (huevos infértiles, rotos, picados y cáscaras) permite que estos puedan ser utilizados también para compostaje, el cual se considera más adelante, por lo cual se debe tomar en cuenta que:

- Se deben remover los huevos defectuosos lo más pronto posible, de tal manera que se pueda evitar que estos sean arrastrados en los efluentes derivados de las operaciones diarias de limpieza.
- En lo posible se deben de recuperar los huevos en buen estado para su comercialización a granel.

4.3.1.5. Compost

Una de las principales propuestas para minimizar esta práctica es utilizar el ave muerta en unidades de compostación, de las cuales se obtiene un material estabilizado libre de patógenos; que la explotación podrá comercializar con terceros para que lo empleen en otros sistemas productivos

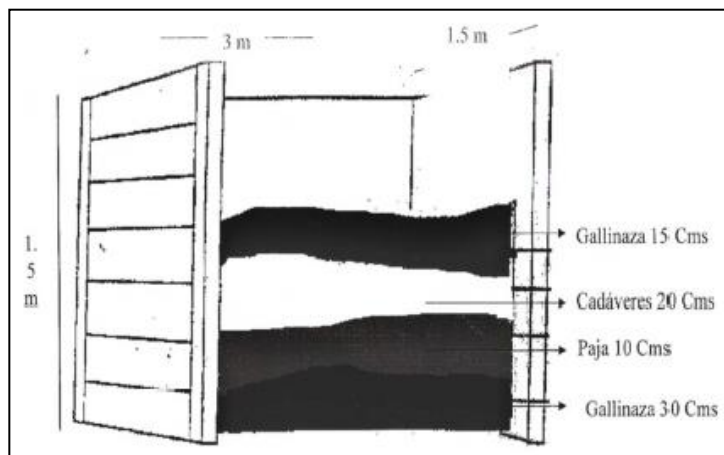
- Utilización de aves para compost

Es una alternativa para utilizar la mortalidad y mejorar la bioseguridad de las granjas, además de ser una opción práctica se puede preparar con elementos de bajo costo. Este proceso se realiza en un área delimitada de la granja, dispuesta con cajones adecuados donde el tamaño dependerá de la capacidad de la granja. Este proceso consiste en degradar la mortalidad, mediante la acción de microorganismos. El resultado del proceso es un material heterogéneo, biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos y con una apariencia diferente a la del material inicial.

- Construcción del centro de compostación de mortalidades

La mortalidad normal en una explotación avícola es del 5 por ciento, en la planta como se menciona en el capítulo anterior se tiene una mortalidad en promedio de 20 aves por día, la cual debe estar dispuesta en un compostaje, conformado por unidades en cajones de 1,5 metros de ancho por 1,5 metros de altura (cajón internamente), la cantidad de cajones va de acuerdo al tamaño de la granja, ver figura 42.

Figura 42. **Modelo de cajón para compostaje**



Fuente: cartilla para el proceso de compost (biomix).

- Materiales para el compostaje
 - Generador de compost: será construido en sitios distantes de los galpones y con suficiente aireación, suelo de cemento y el área no puede exceder los 2 x 2 metros cuadrados y la altura máxima de la pared debe ser de 1,60 metros.

- Techo: debe tener una altura entre 2,20 y 2,50 metros y un alero de al menos un metro, con el espacio entre la pared y el techo se garantiza la aireación imprescindible en el proceso.
- Gallinaza: debe ser suelta, sin terrones y con una humedad del 20 por ciento, que es normalmente la que poseen la gallinaza de las granjas de piso y de jaula después del secado.
- Viruta: debe de estar totalmente seca. (Explotaciones en jaula).
- Agua: por lo general el agua que se utiliza en las granjas tiene adición de cloro o yodo, ojala se utilizara agua sin tratamiento, sin embargo, no es indispensable por la concentración bacteriana.
- Mortalidad: la recolección de la mortalidad debe hacerse en horas de la mañana y trasladarse al lugar de composta en canecas tapadas. La mortalidad que aparece durante la tarde se unirá a la de la mañana siguiente, a las 17 horas, se procederá a colocarse en la composta, en lo posible picada para mejorar el área de contacto para la descomposición.
- Proceso de compostaje del ave muerta
 - Enumerar los cajones: como lo muestra la figura 43.

Figura 43. **Numeración de cajones**



Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- Preparar las aves muertas que ingresan al cajón: en posible tratar de picar el ave muerta para que el proceso de compostación se más rápido, como lo muestra la figura 44.

Figura 44. **Preparación del ave para compost**

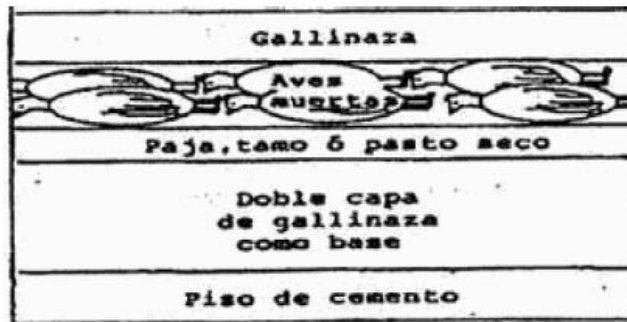


Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- Colocar de la primera capa de gallinaza de aproximadamente de 20 a 25 centímetros y homogenizar o nivelar.

- Para explotaciones en jaula colocar 10 a 12 centímetros de viruta o paja, cubriendo toda la gallinaza, como se muestra en la figura 45.

Figura 45. **Modelo para la explotación en jaula**



Fuente: bioseguridad en la industria avícola.

- Sobre la capa de gallinaza, colocar la mortalidad, colocar las aves separadas de 12 a 15 centímetros de las paredes, estos espacios se llenaran luego con gallinaza seca, como se muestra en la figura 46.

Figura 46. **Colocación de la mortalidad**



Fuente: bioseguridad en la industria avícola.

- Humedecer las aves con agua hasta obtener un porcentaje de humedad del 60 por ciento, más o menos medio litro por cada ave, al colocar aves pequeñas equilibrar el número de animales pequeños que equivalen a uno grande, como se muestra en la figura 47.

Figura 47. **Porcentaje de humedad**



Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- Sellar los espacios de la capa y luego se cubre con 10 a 15 centímetros de gallinaza y se continúa igual que el paso anterior. Para terminar se debe colocar una capa de 30 centímetros que permitirá mayor concentración de calor, ver figura 48.

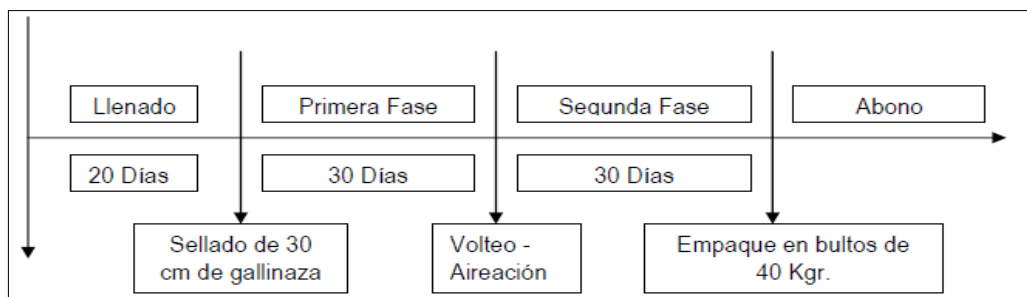
Figura 48. **Sello de capa**



Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- El proceso se repite hasta llenar todo el cajón o hasta un tiempo no mayor de 20 días. Al llenarse el cajón se debe esperar 30 días para la realización del primer volteo, en este tiempo se debe homogenizar el producto y una muy buena aireación (fase 1), ver figura 49.

Figura 49. **Manejo de tiempos de compostación**



Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- Dejar otros 30 días (segunda fase), finalmente se extrae el material y se pasa por un cedazo para separar el material tosco obteniendo el compost, como lo muestra la figura 50.

Figura 50. **Filtración del compost**



Fuente: FENAVI- FONAV, manual de compost.

- Se empaca en costales de polipropileno de 40 kilogramos para su fácil transporte y es utilizado en la alimentación de ganado o como fertilizante.
- El proceso debe ser registrado, como lo muestra la tabla XXX.

Tabla XXX. **Registro del compostaje de mortalidades**

Responsables	Cajón No.____
Fecha de inicio	
Fecha límite de llenado de cajón (máximo 20 días después de la fecha de inicios)	
Fecha llenado del cajón (fecha real)	
Fecha del primer volteo (30 días después del primer llenado)	
Fecha de retiro del compostaje (30 días después del primer volteo)	
Total de bultos	
Total de bultos carcasa	
Porcentaje de carcasa	

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.6. Producción de harinas

En la actualidad existen sistemas de procesamiento de plumas, de víscera y mixtas, para la fabricación de harinas, estos pueden desarrollarse dentro o fuera de la planta, pero dependen de factores como la capacidad financiera que se tenga, el espacio disponible, la ubicación y cantidad que se desea producir. Propuesta planteada a la administración de la planta pero por falta de recursos se omite. El proceso básicamente consiste en el cocimiento de los subproductos y su posterior prensado, eliminando con esto el exceso de agua, para luego pasar a un molino y formar la harina.

4.3.2. Residuos inorgánicos

En la planta avícola también se genera una cantidad considerable de residuos inorgánicos que deben ser tratados con el fin de minimizar el potencial impacto negativo al ambiente. Entre estos se encuentran los residuos domésticos, tales como el vidrio, cartón, plástico, papel entre otros y los desechos sólidos hospitalarios.

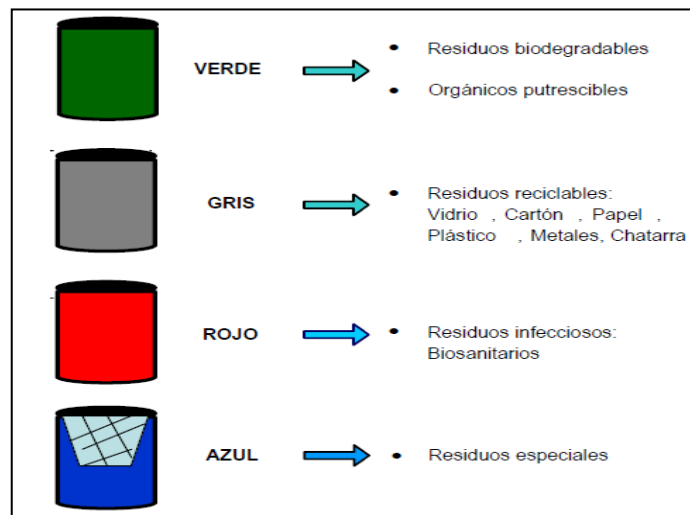
4.3.2.1. Domésticos

Para el manejo adecuado de los residuos inorgánicos domésticos, se debe de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe tratar en lo posible de reducir la cantidad que se genera de cada uno de estos residuos desde la fuente, emplear únicamente los necesarios para la actividad.
- Los residuos deben de separarse y colocarse en contenedores identificados con cada una de las categorías, en la figura 51 se muestra un código de colores para diferenciar los residuos.
- Se debe llevar un control de la cantidad que se produce de cada uno de estos residuos.
- El cartón, vidrio, papel y plástico son residuos que pueden ser reciclados, por lo que se debe de evitar prácticas de entierro y quema.

- Se debe de instalar rejillas para retener y recuperar estos materiales, y evitar así su posterior contaminación.
- Los envases vacíos de pesticidas y plásticos contaminados con estas sustancias químicas deben ser separados y manejados de acuerdo a la regulación nacional vigente.

Figura 51. **Código de colores para residuos inorgánicos**



Fuente: Guía Ambiental para el subsector avícola, p. 102.

4.3.2.2. Desechos sólidos hospitalarios

Los desechos sólidos hospitalarios generados en la planta, incluyen todos aquellos que por sus características son desechos de fármacos y vacunación para el ave, ya utilizados o en condiciones no aptas para su uso (vencido o dañado). Para el manejo adecuado de los desechos hospitalarios se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- Por ningún motivo deben ser reutilizados, los contenedores de fármacos vacíos, vacunas vencidas y materiales punzo- cortantes.
- La eliminación de estos, debe hacerse siguiendo la regulación nacional vigente relacionada a estos desechos, es decir debe efectuarse de manera que se evite la exposición a seres humanos y al ambiente.
- El material plástico contaminado con biológicos o utilizada para otras prácticas de manejo, como jeringas, guantes, entre otros, deben ser separados y manejados de acuerdo a la regulación nacional vigente.

4.3.3. Aguas residuales

Es muy importante llevar a cabo un manejo adecuado de las aguas residuales generadas por las actividades productivas de la planta, debido a las cargas orgánicas y de nutrientes que estas contienen.

4.3.3.1. Tipos

En la planta existen dos tipos de aguas residuales, las aguas ordinarias (por actividades simples con disposición a drenajes municipales) y las aguas especiales por el proceso. Estas deben de cumplir con regulación nacional vigente en relación al manejo y tratamiento, por lo cual es necesario separarlas con el fin de obtener una mayor facilidad de control y determinar si es posible su reutilización.

4.3.3.2. Tratamientos

El objetivo principal de un tratamiento adecuado es evitar que los residuos, grasas, material sólido grueso, entre otros contaminantes que contienen los efluentes de las actividades productivas, impacten de forma negativa a los medios receptores, por lo cual es necesario la aplicación de los siguientes tratamientos, con el fin de mejorar las condiciones de descarga de las aguas residuales:

- Tratamiento físico: se propone el uso de rejillas: empleadas para remover las partículas gruesas en los efluentes, de forma que se puedan manejar como desecho sólido
- Tratamiento biológico: se propone la implementación del sistema biodigestor con generación de biogás y bioabono en los apartados anteriores.

4.3.4. Emisiones atmosféricas

La aplicación de buenos controles operativos, la modificación de las condiciones de operación y mantenimiento, permiten que un porcentaje considerable de las emisiones atmosféricas, incluyendo los olores, puedan ser evitadas desde el origen, logrando con esto resultados económicos favorables para la empresa debido a la mejora en la eficiencia energética.

4.3.4.1. Tratamientos

Las emisiones atmosféricas generadas en la planta, tales como: olores, partículas suspendidas, dioxinas y furanos (en el caso de incineración) deben de ser tratadas. Se propone la implementación de barreras vivas, para mitigar su impacto al ambiente, las cuales contribuyen a sostener e incrementar la biodiversidad con la comunidad.

4.4. Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento se realizo tomando en cuenta todos aquellos equipos que intervienen directamente en el proceso de producción de ave de postura (producción de huevos), es decir identificando anteriormente los equipos principales; y que además contribuyen a una mejor eficiencia productiva para la planta avícola, proporcionando las condiciones e instalaciones adecuadas para que el ave pueda desarrollar un óptimo ciclo productivo.

Se ha evidenciado que la planta avícola no cuenta con un estructurado plan de mantenimiento para los equipos e instalaciones en general. Por tal motivo es necesario diseñar manuales de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos principales que forman parte del proceso productivo, ayudando a conservar su buen funcionamiento. El programa de mantenimiento preventivo debe de contemplar el diseño y creación de fichas técnicas de trabajo, con el fin de llevar un control más preciso sobre los trabajos de mantenimiento que se deben de ejecutar en las instalaciones de la planta incluyendo los equipos y la maquinaria.

Las actividades para el plan de mantenimiento preventivo se han diseñado bajo los principios que básicos del mantenimiento preventivo que son: sustitución, limpieza, lubricación, ajustes e inspección. La clasificación de los trabajos de mantenimiento que se presenta en el plan de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- El trabajo de mantenimiento mecánico, el cual se limita a inspeccionar los ajustes de tornillos, medir la tensión de una faja, graduar piezas mecánicas e inspeccionar el buen funcionamiento del equipo o maquinaria en estudio.
- El trabajo de mantenimiento eléctrico, el cual se limita a efectuar mediciones de voltaje, de corriente, de continuidad eléctrica y de comprobar el buen funcionamiento de todo dispositivo eléctrico.
- El trabajo de sustitución, el cual se limita al reemplazo de piezas como por ejemplo: tornillo, cojinetes, fajas y engranes.
- El trabajo de limpieza; este tipo de trabajos se enfoca únicamente a eliminar partículas adheridas en el cuerpo de la máquina tanto de forma externa como interna, para evitar fallos en el funcionamiento de la máquina en estudio.
- El trabajo de lubricación, enfocado a evitar el desgaste de piezas mecánicas en continuo contacto, mediante la aplicación de aceite o grasa lubricante adecuado para la pieza mecánica

4.4.1. Objetivo

Como se menciona anteriormente uno de los principales objetivos a cumplir es el desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a los equipos principales que posee la planta avícola, garantizando su funcionamiento óptimo y continuo.

4.4.2. Alcance

El mantenimiento preventivo como parte integral de producción más limpia está dirigido tanto a los equipos que integran el proceso productivo, como a las instalaciones de la planta en general, este debe de involucrar tanto al personal operativo, a los técnicos y a la administración. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como: reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos.

4.4.2.1. Equipos principales

Es indispensable contar con un inventario mínimo de repuestos dentro de la planta avícola para los equipos principales, cabe mencionar que también es necesario contar con una cantidad óptima de ciertos equipos que son parte vital del proceso, como lo son los bebederos y comederos manuales, los flameadores, el equipo de espalda, entre otros.

En la tabla XXXI, se presente un inventario mínimo de las piezas y equipos de la planta avícola.

Tabla XXXI. **Inventario mínimo de repuestos**

Equipo	Repuesto / insumo	Cantidad
Sistema de alimentación	Comedero manual 11 kg	10
Suministro de agua	Bebedero de 4 litros	10
	Bebedero de niple	25
Flameador a gas	Válvula para gas de ¼"	2
	Boca de Flameador	2
Motores	Lubricante SAE 10	8 gal
Criadora	Bombillos infrarrojos 250 vatio	10
Jaulas	Jaulas	25
Cortinas	Poleas y manivelas	4
Basculas	Basculas de peso 5 kg	2
Sistema eléctrico y de iluminación	Cables	25 m
	Focos reductores	10

Fuente: elaboración propia.

- Documentación a emplear

Para el buen funcionamiento de los equipos principales, es importante la creación y aplicación de fichas técnicas para llevar el control de la programación de los trabajos de mantenimiento preventivo que se tenga previsto desarrollar, en el capítulo anterior se desarrollo la creación de fichas con las características técnicas de los equipos principales.

Para el desarrollo y aplicación del plan de mantenimiento preventivo, además se debe de considerar la integración de actividades de mantenimiento preventivo (lista de actividades de mantenimiento para cada equipo), se deben de crear fichas técnicas para la inspección y observación de los equipos, fichas sobre el historial de mantenimiento y sobre los paros improductivos, las cuales se ejemplificaran más adelante.

Una lista de actividades de mantenimiento expone lo más sustancial con respecto a la manera más adecuada de efectuar un mantenimiento preventivo, es decir exponen el trabajo que se debe ejecutar sobre el equipo o maquinaria para garantizar su buen funcionamiento.

En los trabajos de mantenimiento preventivo de los sistemas principales no se incluye el mantenimiento de motores eléctricos, ya que se generalizo las actividades de mantenimiento para estos, las cuales se describen a continuación en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. Lista de mantenimiento para motores eléctricos

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual del buen funcionamiento	Motor Eléctrico	D	Mecánico	
Limpieza externa sobre el cuerpo	Motor Eléctrico	S	Electricista	Wipe
Limpieza de contactos eléctricos	Contactores	M	Electricista	Limpia contactos y wipe
Verificar funcionamiento de botonera de arranque	Motor Eléctrico	M	Electricista	Juego de llaves, multímetro, limpia contactos
Medir el consumo de amperaje	Motor Eléctrico	M	Electricista	Multímetro
Medir vibraciones	Motor Eléctrico	M	Electricista	Desarmador
Lubricación de Cojinetes	Cojinetes	6M	Electricista	Grasa Shell R3 Wipe
Limpieza y barnizado de bobinas	Conjunto de bobinas	A	Electricista	Barniz en espray, juego de llave y wipe.
Inspección visual de los bushings	Bushings	A	Electricista	Juego de llaves
Limpieza interna del motor eléctrico	Motor eléctrico	A	Electricista	Wipe, juego de llaves
Pintar el cuerpo externo del motor eléctricos	Motor eléctrico	2 A	Electricista	Wipe, pintura, solvente y brocha
Ubicación del motor: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones: notificar al administrador de la planta cuando se efectuó el trabajo de mantenimiento				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta las actividades de mantenimiento preventivo que deben de efectuarse, según la frecuencia de mantenimiento para cada equipo en la planta avícola. (Ver tablas XXXIII a XLIV).

Tabla XXXIII. **Lista de mantenimiento ventiladores eléctricos**

Trabajo a realizar	Equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual de funcionamiento	Ventilador	D	Mecánico	
Limpieza externa	Ventilador	S	Mecánico	Wipe, esponja.
Lubricación de Cojinete	Cojinete	6S	Mecánico	Grasa Shell y wipe
Revisión sistema eléctrico	Sistema eléctrico	3M	Electricista	Multímetro
Ubicación del ventilador: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Lista de mantenimiento cortinas de renovación**

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección del buen funcionamiento (cierres y apertura)	Cortinas	D	Mecánico	
Limpieza externa	Cortinas	S		Agua a presión y wiper
Revisión de Manivelas	Manivela	S	Mecánico	
Inspección visual por rotura del plástico	Cortina	S	Mecánico	
Revisión del estado de alambres y poleas	Alambres y Poleas	M	Mecánico	Caja de herramientas
Ubicación de cortina: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Lista de mantenimiento sistema eléctrico e iluminación**

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección de iluminación y tomacorrientes Interiores (oficinas, Galpones, vestidores, garita)	Iluminarias y tomacorrientes	D	Electricista	
Inspección de iluminación Exterior (Patio de maniobras, ingreso-salida, entre galpones)	Iluminarias	D	Electricista	
Inspección luces de emergencias	Iluminarias	S	Electricista	
Limpieza de puntos de conexión (Arrancadores, panel principal)	Arrancadores y Panel Principal	S	Electricista	Wipe y limpia contactos.
Cambio de accesorios eléctricos en mal estado (tomacorrientes, plafoneras, luminarias y arrancadores)	Equipos del sistema	Cuando sea necesarias. EP	Electricista	
Limpieza de cajas de registro.	Caja de Registro	M	Electricista	Wipe y limpia contactos
Inspección de cableado interno y externos	Cableado Interno -Externo	M	Electricista	
Ubicación de cortina: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Lista de mantenimiento tolva de entrada y cadenas**

Trabajo a realizar	Elemento o Equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Verificar el buen funcionamiento	Tolva y Cadena	D	Mecánico	
Verificar posición de cadena	Cadena	D	Mecánico	Caja de herramientas
Verificar que la cadena no se encuentre atrapada	Cadena	D	Mecánico	Caja de herramientas
Revisión de Tensión de Cadenas.	Cadena	S	Mecánico	Caja de herramientas
Limpieza de Cadenas	Cadena	EP	Mecánico	Caja de herramientas
Revisión del volumen de alimento	Tolva	D	Mecánico, Operador	
Ajuste y alineación	Tolva	EP	Mecánico	Caja de herramientas
Reemplazo de componentes con daños	Tolva	EP	Mecánico	
Limpieza de Tolva	Tolva	EP	Mecánico, operador	Agua a presión y wipe.
Galpón No: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Lista de mantenimiento bomba de agua**

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual del buen funcionamiento	Bomba de agua	D	Mecánico	
Revisión de fugas en sello mecánico	Sello mecánico	D	Mecánico	
Revisión cableado eléctrico desde el arrancador hasta equipo	Cableado	S	Electricista	
Vibración del equipo	Bomba de agua	S	Mecánico	
Limpieza externa del equipo	Motor, housing	S	Mecánico	Wipe
Limpieza Interna	Bomba	M	Mecánico	Limpia contactos y wipe
Limpiar y ajuste de conexiones eléctricas	Bomba	M	Electricista	Caja de herramientas
Aplicación de desplazante de humedad	Bobina	M	Electricista	Desplazante de humedad
Limpieza externa del tanque hidroneumático	Bomba	M	Electricista	Wipe
Cambio o engrase cojinetes del rotor	Bomba	6M	Mecánico	Caja de herramientas
Cambio o ajuste del sello mecánico	Bomba	6M	Mecánico	Caja de herramientas
Pintura general del equipo	Bomba	A	Mecánico	Espray pintura corrosiva
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Lista de mantenimiento red de distribución de agua**

Trabajo a realizar	Elemento o Equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual de bebederos por goteo, fuga o con obstrucción	Bebederos manuales y de niple	D	Mecánico, Operador	
Inspección visual y recorrido	Tubería de agua	S	Mecánico	
Revisión del buen funcionamiento de válvulas chorros y llaves de paso	Válvulas, chorros y llaves de paso	3S	Mecánico	
Inspección de Mangueras y pistolas de alta presión	Mangueras y pistolas	M	Mecánico	
Reemplazo de tramos de tubería en mal estado	Tubería	EP Cuando sea necesarias	Mecánico	Tuberías y pegamento.
Cambios de manguera y pistolas en mal estado	Manguera y pistos	Cuando sea necesario	Mecánico	
Reparación de accesorios de distribución en mal estado	Accesorios	6M Cuando sea necesario	Mecánico	Accesorios
Efectuar pruebas de presión en toda la red	Red de distribución	Cuando sea necesario	Mecánico	
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____ Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Lista de mantenimiento sistema de recolección de huevo**

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual del buen funcionamiento de la bandas y cubetas	Banda transportadora y cubetas	D	Mecánico	
Revisar la tensión en la banda	Banda	D	Mecánico	Caja de herramientas.
Cambiar partes en mal estado	Banda	Cuando sea necesario	Mecánico	Caja de herramientas, integración de partes
Inspección del funcionamiento de tensores	Tensores	S	Mecánico	
Ajuste y alineación de tensores de banda	Tensores	M	Mecánico	
Limpieza interna y externa de la banda.	Banda	EP	Mecánico, operador	Wipe, agua, y sanitizante
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual				
EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Lista de mantenimiento flameador a gas**

Trabajo a realizar	Elemento o equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Revisión del buen funcionamiento	Flameador	S	Mecánico	
Ajuste y graduación de válvula	Válvula	S	Mecánico	
Revisión y ajuste de mangueras	Mangueras	S	Mecánico	Caja de herramientas
Revisión del buen estado de tubería	Tubería de cobre	S	Mecánico	
Limpieza Interior y ajuste de boquilla	Boquilla de lanza llamas	S	Mecánico	
Limpieza exterior del equipo	Flameador	S Cuando sea necesaria	Mecánico	Wipe y agua a presión
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Lista de mantenimiento para motobomba**

Trabajo a realizar	Elemento / Equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Revisión del buen funcionamiento	Motobomba	S	Mecánico	
Limpieza del filtro de aire	Filtro de aire	S	Mecánico	Aceite
Limpieza y ajuste de la bomba	Bomba	S	Mecánico	Sanitizante
Limpieza general	Motobomba	S Después de su uso	Mecánico, operador	Wipe, desinfectante.
Revisión de presión	Válvula	S	Mecánico	
Revisión del sistema eléctrico	Sistema Eléctrico	M	Electricista	Multímetro
Lubricación del motor	Motor	M Cuando sea necesaria	Mecánico	Aceite 2 tiempos
Cambio de válvula de Control de presión	Válvula de control	A Cuando se necesaria	Mecánico	Válvula de control
Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Lista de mantenimiento para jaulas metálicas**

Trabajo a realizar	Elemento / equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual de buenas condiciones	Jaula	D	Mecánico, operador	
Revisión de soportes y bisagras	Soportes y bisagras	M	Mecánico, operador	
Inspección y ajuste Angulo de inclinación 30°	Jaulas	M	Mecánico, operador	
Limpieza general	Jaula	EP	Operador	Agua a presión.
Reparación y cambio de Jaulas	Jaulas	EP	Mecánico	
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____ Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Lista de mantenimiento para criadora**

Trabajo a realizar	Elemento / equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección del buen estado y funcionamiento	Criadora	D	Electricista	
Revisión de botonera principal	Criadora	D	Mecánico, operador	Caja de herramientas
Revisión de luminaria	Luminaria	D	Mecánico, operador	
Limpieza externa e interna	Campana Criadora	S	Operador	Wipe
Revisión de cableado eléctrico	Cableado	S	Electricista	Caja de herramientas
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Lista de mantenimiento equipo de medición**

Trabajo a realizar	Elemento / equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual del buen funcionamiento de los equipos	Bascula y Termómetro	D	Mecánico	
Ajuste y calibración de equipos	Bascula y termómetro	D Cuando sea necesario	Mecánico	Caja de herramientas
Inspección de soportes	Soporte	D	Mecánico	
Limpieza y sanitización de los equipos	Bascula y termómetro	D Cuando sea necesario	Mecánico, operador	Wipe y sanitizante
Inspección visual de la buenas condiciones	Herramientas menores	D	Operador	.
Limpieza y sanitización de herramientas	Herramientas menores	D	Operador	Agua a presión y sanitizante
Pintura general del equipo.	Herramientas	6M	Mecánico, operador	Pintura y brocha
Ubicación: _____ Fecha de mantenimiento: _____				
Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.2. Galpones

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los galpones se debe de considerar la frecuencia de inspección y observación de las condiciones generales que se como los techos en mal estado con goteras y mallas deterioradas, las fugas en las redes de distribución de agua, en los dispositivos (grifos, sanitarios, mangueras), en el tanque de almacenamiento de almacenamiento de agua en cada galpón, las fallas en el sistema de ventilación y el suministro eléctrico y las condiciones generales del piso.

Se debe contar con una programación de actividades de mantenimiento preventivo y de limpieza para las instalaciones de cada galpón debidamente documentada mediante hojas de registro (*Check list*) de información como la que se muestra en la tabla XLV. La frecuencia de monitoreo que se propone, puede variar dependiendo de la época de lluvias. En verano no es necesario observar todos los días los techo, pero en invierno sí.

4.4.2.3. Bodegas

El mantenimiento de la bodega es indispensable para mantener la calidad del huevo, es necesario implementar actividades de mantenimiento preventivo para las bodegas de almacenamiento de producto terminado y de insumos. En la tabla XLVI se muestran las actividades de mantenimiento para las bodegas.

Tabla XLV. **Lista de mantenimiento para galpones**

Planta Avícola:	Tipo de producción:	Galpón No.	Fecha:
Responsable de vigilancia:		Responsable de la medidas:	
Actividades de mantenimiento preventivo			
Trabajo a realizar	Frecuencia	Ejecutado	
		Si	No
Inspección del funcionamiento puertas (pintura, chapas, bisagras y candados)	D		
Revisión del estado Malla/Cauchos pisos	D		
Inspección de tubería de distribución de agua	D		
Verificación del funcionamiento del tanque de agua	D		
Inspección del sistema de ventilación	D		
Inspección y reparación de Techos	M		
Inspección del estado paredes/cortinas	M		
Inspección de la red de tendido eléctrico	M		
Inspección de la iluminación interior del galpón.	M		
Limpieza y desinfección del galpón	EP		
Observaciones:			
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Lista de mantenimiento de bodega**

Planta Avícola:	Tipo de producción:	Bodega:	Fecha:
Responsable de vigilancia:		Responsable de la medidas:	
Actividades de mantenimiento preventivo			
Trabajo a realizar	Frecuencia	Ejecutado	
		Si	No
Inspección del funcionamiento puertas (pintura, chapas, bisagras y candados)	D		
Revisión del estado Malla/Cauchos pisos	D		
Inspección de tubería de distribución de agua	D		
Inspección del sistema de ventilación	D		
Inspección y reparación de Techos	M		
Inspección del estado paredes.	M		
Inspección de la red de tendido eléctrico	M		
Inspección de la iluminación	M		
Inspección de tarimas	M		
Limpieza y desinfección del bodega	EP		
Observaciones:			
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas			

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.4. Silos

En los silos de almacenamiento el principal mantenimiento preventivo que debe efectuarse es la limpieza externa del motor, la lubricación de cojinetes, la tensión de bandas y las condiciones generales del silo en cada parvada de aves, estas actividades se describen en la tabla XLVII, lista de mantenimiento preventivo para silos de pienso. Se debe considerar al mantenimiento del silo, como parte vital del proceso para evitar posibles brotes de enfermedades aviares ya que es el equipo que almacena el alimento principal del ave durante todo su ciclo productivo.

4.4.2.5. Transporte

Las actividades de mantenimiento para el transporte tienen como fin prevenir la posible propagación de enfermedades que puedan afectar directamente al ave, estas por así decirlo son un conjunto de prácticas preventivas de sanitización y limpieza aplicadas al transporte que ingresa a las instalaciones. Para proteger a las aves del mal tiempo y calor o frío excesivo los vehículos empleados en el transporte deben estar limpios y bien diseñados, las jaulas que se utilicen para el transporte deben de estar limpias y desinfectadas. Es necesario solicitar al transportista el certificado de desinfección de camiones.

Se debe exigir que los vehículos deben ser sometido a limpieza y desinfección a más tardar 24 horas después de finalizar cada transporte de animales a una explotación de destino determinada y antes de utilizarse de nuevo en caso de transporte de animales.

Tabla XLVII. **Lista de mantenimiento para silos de pienso**

Trabajo a realizar	Elemento / equipo	Frecuencia	Ejecuta	Materiales y repuestos
Inspección visual de buen funcionamiento	Silo	D	Mecánico	
Limpieza Externa	Silo	S	Mecánico	Aguas, wipe.
Limpieza de Ducto	Ductos	S	Mecánico	Agua a presión
Revisión por filtración de lluvia o humedad: parte superior e inferior del silo.	Tapadera	S	Mecánico	
Limpieza completa parte interna del Silo	Parte interior Silo	EP	Mecánico	Wipe, agua
Revisión de tapadera Superior del Silo	Silo	EP	Mecánico	Caja de herramientas
Revisión desgaste de tubos de caída.	Ductos	EP	Mecánico	
Ubicación del silo: _____ Fecha de mantenimiento: _____ Observaciones:				
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas				

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.6. Personal subcontratado y otros

Todo el personal subcontratado que ingrese a las instalaciones, deben cumplir con todas las normas de limpieza y desinfección, contar con la vestimenta y equipo adecuado y tener los conocimientos necesarios para solventar la situación por la cual fue requerido. El acceso de personal ajeno a la explotación debe restringirse a lo estrictamente necesario y debe controlarse documentalmente, mediante el mantenimiento de un libro de visitas, que debe llenarse en todos los casos en los que las personas ajenas a las instalaciones penetren al interior de la planta, en la tabla XLVIII se presenta un modelo de libro de visitas.

Tabla XLVIII. **Modelo libro de visitas**

Libro de visitas					
Fecha	Nombre	Empresa (nombre)	Objetivo de visita	Fecha último contacto con otra granja	Hora de retiro
Observaciones:					

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.7. Rutinas de inspección y observación

Las rutinas de inspección y observación son documentos para registrar las actividades de mantenimiento realizado. La programación de rutinas de mantenimiento, presenta de forma clara y resumida, los trabajos de mantenimiento a realizar sobre la máquina o equipo a intervenir, en este se recomienda la frecuencia con la que se deben ejecutar las rutinas tanto de inspección como de observación y de mantenimiento, la fecha y la programación de la próxima visita. (Ver tabla XLIX).

Tabla XLIX. **Ficha de programación rutinas de mantenimiento**

Bomba de agua		
Marca:	Fecha de realización:	
No. Serie	Mecánico:	
Área de trabajo:	Firma de autorización:	
Actividades a realizar	Fecha de realización	Próxima visita
(S) Vibración del equipo		
(S) Limpieza externa del equipo		
(M) Limpieza Interna		
(M) Limpieza y ajuste de conexiones eléctricas		
(M) Aplicación de desplazante de humedad		
(M) Limpieza externa del tanque hidroneumático		
(6M) Cambio o engrase cojinetes del rotor		
(6M) Cambio o ajuste del sello mecánico		
(A) Pintura general del equipo		
Observaciones:		
Frecuencia: D=Diaria S=Semanal M=Mes A=Anual EP= Entre Parvadas		

Fuente: elaboración propia.

Es necesario además que las actividades de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo que se lleve a cabo a cada uno de los equipos e instalaciones queden registradas en una ficha histórica de mantenimiento, este debe contener tanto las herramientas empleadas así como los repuestos utilizados, esta información se empleara para predecir fallas futuras del equipo, maquinaria o instalación en estudio y poder contar con los repuestos necesarios. En la tabla L se presenta una ficha histórica de mantenimiento preventivo.

Tabla L. **Ficha de historial de mantenimiento**

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO						
Hoja No. _____						
Equipo:				Modelo:		
Marca:				Ubicación:		
No. de serie:				Área de trabajo:		
Fecha	Elemento	Descripción del trabajo	Repuestos utilizados	Cantidad	Costo	Observación

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.8. Fichas técnicas de trabajo

Las fichas técnicas o formato de trabajo son documentos que respaldan el desarrollo de los trabajos de mantenimiento, estas son un apoyo para mantener el control sobre los trabajos que son necesarios en la planta. Las fichas de técnicas de trabajo y control a emplear para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo son:

- La ficha técnica de registro
- Ficha técnica de orden de trabajo
- Ficha técnica de control de costos
- Ficha técnica de control de órdenes de trabajo.

La ficha técnica de registro es el documento donde se anotan los datos más importantes del equipo o maquinaria, esta debe de utilizarse como referencia para obtener la información acerca de los repuestos y aspectos técnicos característicos de los equipos. Los datos que se registran en esta ficha son: nombre del equipo o maquinaria, área de trabajo, marca y modelo; motor eléctrico, revoluciones por minuto, amperaje, voltaje, potencia y frecuencia; repuestos indispensables, descripción y cantidad.

En la tabla LI, se muestra el diseño de una ficha técnica de registro para los equipos y maquinaria que sean de nueva adquisición por la planta, los cuales deben de integrarse al programa de mantenimiento.

Tabla LI. **Modelo ficha técnica de registro**

Ficha Técnica de Registro			
Nombre Equipo:	<input type="text"/>	Código:	<input type="text"/>
Localización:	<input type="text"/>	Marca:	<input type="text"/>
No. de serie:	<input type="text"/>	Modelo	<input type="text"/>
	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Motor Eléctrico			
Marca:	<input type="text"/>	Código:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text"/>	Serie:	<input type="text"/>
Voltaje:	<input type="text"/>	Hz:	<input type="text"/>
Amperaje:	<input type="text"/>	Potencia:	<input type="text"/>
RPM:	<input type="text"/>	kW:	<input type="text"/>
Repuestos Recomendados			
Cantidad	Descripción	Número	Código
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observaciones:			
<input type="text"/>			

Fuente: elaboración propia.

La ficha técnica de orden de trabajo, es un documento que se emplea para solicitar y autorizar un trabajo de mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo. En este se indica la actividad que se debe de realizar, especificando el tipo de trabajo y los repuesto a utilizar, esta se muestra en la tabla LII. En el caso de la planta avícola no se cuenta con un supervisor de mantenimiento, por tal motivo la única persona debe de autorizar la ejecución de trabajo es el administrador.

Los datos que se indican en la ficha técnica de trabajo deben de llenarse en forma clara ya que de la información que se tenga, dependerá el éxito del mantenimiento. Los datos que debe presentar este documento son:

- La información del suceso
- Fecha, hora de inicio y terminación del suceso
- El objeto de mantenimiento
- Nombre de la instalación, maquinaria o equipo
- El tipo de mantenimiento
- La descripción de trabajo efectuado
- Los recursos involucrados
- Descripción de los materiales y repuestos a utilizar
- Nombre del personal que interviene en el mantenimiento
- Los materiales e insumos empleados
- Firmas

Tabla LII. **Ficha de trabajo de mantenimiento**

1. INFORMACION DEL SUCESO			
Fecha. _____(día)/_____(mes)/_____(año)		Hoja No. _____	
Hora de inicio de la tarea: _____(AM/PM) Hora de Termino de la tarea _____ (AM/PM)			
2. OBJETO DE MANTENIMIENTO			
Instalación	<input type="checkbox"/>	Maquina	<input type="checkbox"/>
		Equipo	<input type="checkbox"/>
Nombre: _____			
Código: _____			
3. TIPO DE MANTENIMIENTO			
Preventivo		Correctivo	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
4. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD REALIZADA			

5. RECURSOS INVOLUCRADOS			
RRHH			
NOMBRE	CARGO	No. TRABAJADAS	HORAS
MATERIALES EMPLEADOS:			
RECURSO		UNIDADES	
_____		_____	
Nombre y Firma quien Efectúa		Vo.Bo. Administración	

Fuente: elaboración propia.

La ficha de control de costos, es un documento de registro y control de reportes de los costos de mantenimiento que se obtuvieron durante una semana de trabajos (ver tabla LIII). Con esta información se debe de evaluar el programa de mantenimiento en función de los costos de mantenimiento y debe de presentarse a la administración de la planta sin excepción alguna.

En esta ficha la información se extrae de las órdenes de trabajo ya ejecutadas. Los datos que se registran en esta ficha son: período del informe y número del informe; nombre de la máquina y código de mantenimiento; descripción cuantitativa de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo en quetzales; el total de dinero que se invirtió en repuestos y las observaciones del caso.

Tabla LIII. **Ficha de control de costos**

Registro y control de costos					
Período de trabajo:			Hoja No.		
Código de mantenimiento	Nombre maquina o equipo	Costo de mantenimiento preventivo	Costo de mantenimiento correctivo	Tiempo de paro (min)	Total (Q)

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

La ficha de control de órdenes de trabajo, es el documento que se utiliza para llevar un control más preciso de las órdenes de trabajo que se llevaron a cabo, la cual se muestra en la tabla LIV. Esta información es necesaria para evaluar el rendimiento y eficiencia de los trabajos de mantenimiento desarrollados. Los datos que se registran en esa ficha son:

- Número de orden de trabajo en estudio
- Nombre de la maquinaria o equipo
- Código de mantenimiento del equipo
- Nombre del personal que efectuó la orden de trabajo
- Fecha de planificación de la orden de trabajo
- Fecha de ejecución de la orden de trabajo
- Observaciones y firmas de visto bueno

Tabla LIV. **Ficha técnica de control de órdenes de trabajo**

Control de ordenes de trabajo							
Periodo de trabajo:			Hoja No.				
No. de orden	Maquina	Código	Persona asignada	Fecha Planeada	Fecha realizada	Observaciones	Vo.Bo.

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.9. Capacitación

Todos los trabajadores de acuerdo a sus actividades, deben de recibir entrenamiento básico en lo concerniente al programa de mantenimiento preventivo, la documentación y registros que se implementaran, así como de la importancia que tiene su participación, como parte vital del mantenimiento preventivo para las instalaciones y equipos de la planta avícola. Se debe de capacitarlos en cuanto a:

- Operación del equipamiento complejo
- Manejo adecuado de insumos y repuestos
- Elaboración de documentos de reporte
- Medidas de mitigación

La capacitación sobre el programa de mantenimiento preventivo debe de incorporarse al programa de capacitación descrito anteriormente, como parte integral de las buenas prácticas de producción más limpia que pueden aplicarse a la planta avícola.

4.5. Costos de la implementación (evaluación económica)

Los costos de la implementación están directamente relacionados con la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción más Limpia que la planta desee implementar, para ello se debe efectuar una evaluación económica, la cual requiere establecer criterios que permitan analizar el beneficio económico que se obtendrá de la inversión destinada a implementar las buenas prácticas de gestión ambiental.

Estos criterios de evaluación económica, tiene fundamento en el siguiente concepto financiero: período de recuperación de inversión (PR). Es un concepto financiero que se define como el número de períodos de tiempo que se requerirá para recuperar la inversión inicial (I_0), asumiendo que en cada período se recupera un mismo monto de dinero, que es igual al valor del flujo de caja (FC) estimado para el primer período. Por lo tanto el período de recuperación (PR) se expresa en términos de la inversión inicial (I_0) y el flujo de caja (FC) mediante la siguiente ecuación:

$$(1)$$
$$PR = \frac{I_0}{FC}$$

El flujo de caja para un período cualquiera (normalmente cada periodo es de un año) se define como el ingreso neto obtenido en ese período. El ingreso neto se calcula por la diferencia entre el ingreso bruto y el correspondiente costo imputado a las operaciones productivas durante dicho período. Para el propósito de este trabajo, el concepto de flujo de caja, se expresa también en términos del ingreso neto, pero solamente de aquel que se deriva de la implementación de las opciones de Producción más Limpia y no en términos del ingreso neto total de las operaciones globales de producción de la planta avícola.

En el flujo de caja de una opción de Buenas Prácticas de Producción más Limpia, se ha considerado distinguir el componente de ingreso, del componente de ahorro, porque su naturaleza es distinta.

El ahorro es un flujo de dinero que se retiene, es decir se evita que salga de la empresa, en tanto que el ingreso es un flujo de dinero que entra a la empresa. Así, una medida de Producción más Limpia genera ahorros cuando reduce los costos operativos de la empresa y, genera ingresos, cuando por ejemplo, contribuye a la mejora de los precios de venta de los productos o a la venta de los residuos que antes eran desechados. Por lo tanto, el flujo de caja (FC), se define como el ingreso neto del primer período y esta dado por la suma del ingreso bruto y el ahorro neto calculados para ese período.

$$FC= Y+A \quad (2)$$

Donde:

Y: Ingreso bruto estimado para el primer período (generado por la Buena Práctica a de Producción más Limpia en evaluación).

A: Ahorro estimado para el primer período (generado por la Buena Práctica de Producción más Limpia en evaluación).

El ahorro no es más que la diferencia entre el costo operativo actual, sin la implementación de la práctica de Producción más Limpia en evaluación y el costo operativo con su implementación.

$$A= C - C_{pml} \quad (3)$$

Donde:

A: ahorro estimado para el primer período (generado por la Buena Práctica de Producción más Limpia en evaluación).

C: costo operativo para el primer período si no se implementa la Buena Práctica de Producción más Limpia.

C_{pml}: costo operativo para ese mismo período si se implementa la Buena Práctica de Producción más Limpia.

Reemplazando (3) en (2), se obtiene que:

$$FC=Y+A \quad (4)$$

Cabe hacer notar que al momento de evaluar las Buenas Prácticas de Producción más Limpia, normalmente no se dispone de información sobre financiamiento para implementar la opción. Por esta razón para el cálculo del FC, no se toma en cuenta el capital de inversión y para el cálculo del PR, no se toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo porque no se dispone de una tasa de descuento. Reemplazando FC en la ecuación de PR, se obtiene que:

(5)

$$PR = \frac{I_0}{(Y + A)}$$

Las unidades de PR están dadas en períodos de tiempo, debido a que I₀ se expresa en unidades de dinero y FC se expresa en unidades de dinero por periodo de tiempo. Por ejemplo si la inversión inicial es de Q. 10 000 y el flujo de caja es Q. 2 000 por año (entendiéndose que los períodos de tiempo son de un año). Entonces el período de recuperación sería:

$$PR = \frac{10\,000\text{Q}}{2\,000\text{Q/año}} = 5 \text{ años}$$

Por lo tanto PR, representa el número de períodos (en el ejemplo 5 años) que tiene que transcurrir para poder recuperar la inversión inicial de 10 000 quetzales a partir de un flujo de caja de Q. 2 000 por año.

En base al concepto del período de recuperación PR, se ha establecido el siguiente criterio para evaluar las buenas prácticas de Producción más Limpia en términos económicos:

- Si $PR \leq 3$ años, la inversión es muy atractiva en términos económicos.
- Si $PR > 3$ años y ≤ 8 años, la inversión es aceptable en términos económicos.
- Si $PR \geq 8$ años, la inversión no es atractiva en términos económicos.

El número de años que se señala en este criterio se denomina indicador, el primer indicador que aparece en el criterio señalado (3 años) establece el tiempo máximo deseable para recuperar la inversión realizada, según este criterio menor o igual a 3 años, por tal motivo dicho criterio permite apreciar cuan atractivo es el período de recuperación PR calculado para la práctica de producción más limpia en evaluación. Este es particularmente útil para analizar tiempos de recuperación para pequeñas y medianas inversiones destinadas a implementar las prácticas de Producción más Limpia.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Plan de monitoreo y mejora continua

La implementación de las buenas prácticas de Producción más Limpia y el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo en la planta avícola, debe ser precedido por el diseño de un plan de monitoreo y mejora continua en el que se definan indicadores de comportamiento y gestión ambiental, puntos y tiempos de control, formatos de registros, auditorias y otras acciones que se consideren pertinentes para realizar un seguimiento adecuado.

En la planta avícola, la implementación de la Producción más Limpia, es la simple aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua, es necesario conocer que la metodología de implementación funciona como un circuito cerrado, ya que se debe de considerar que el proceso no termina con el desarrollo e implementación de las Buenas Prácticas de Gestión Ambiental y la integración del programa de mantenimiento preventivo, si no que este continua con una etapa de seguimiento de los mismos, para que posteriormente se puedan identificar e implementar nuevas acciones.

El monitoreo y seguimiento consiste en la evaluación que se efectúa sobre determinadas variables ambientales que son afectadas por el proceso productivo de la planta avícola, esta evaluación se realiza por medio de indicadores específicos, por medio de los cuales se pueden identificar los cambios que está generando el proceso productivo.

Las actividades de mejora continua que se proponen están enfocadas a identificar mejoras para el desarrollo y ejecución del plan de mantenimiento preventivo, estas incluyen la evaluación del proceso y la documentación utilizada.

5.1.1. Objetivos

A continuación se describen los objetivos trazados para el plan de monitoreo y mejora continúa: evaluar la efectividad de la implementación de las Buenas Prácticas de Gestión Ambiental propuestas, establecer rutinas de seguimiento y evaluación sobre la ejecución y funcionamiento del programa de mantenimiento preventivo y verificar por medio de auditorías el cumplimiento de la normativa ambiental vigente correspondiente al sector avícola.

5.1.2. Alcance

El plan de monitoreo y mejora, contempla la evaluación continua y efectiva de la implementación de las buenas prácticas de gestión ambiental y del plan de mantenimiento, como parte integral de una producción más limpia aplicada a toda la planta avícola. Se centra principalmente en los aspectos ambientales asociados al proceso productivo, los cuales generan impactos significativos al ambiente, con el propósito de optimizar los recursos disponibles y disminuir en lo posible estos impactos negativos.

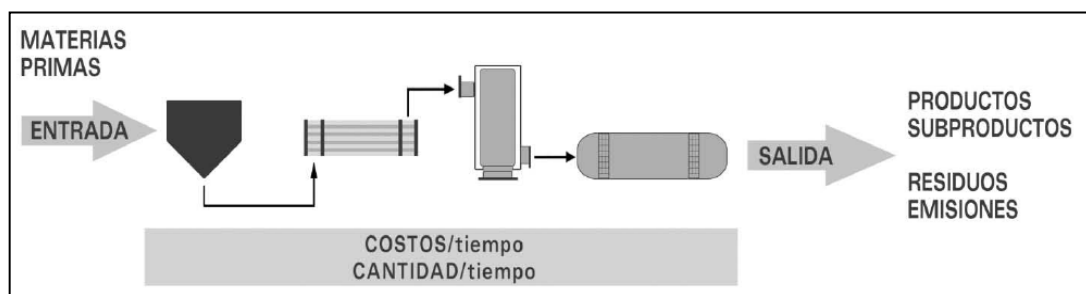
5.2. Actividades de monitoreo y seguimiento

Las actividades de monitoreo y mejora continua están directamente relacionadas con la utilización de herramientas de gestión ambiental como los indicadores, los cuales constituyen un factor determinante para reducir continuamente la contaminación, facilitando la comunicación científica-técnica y el cumplimiento de la normativa legal vigente al sector.

5.2.1. Indicadores de comportamiento y gestión ambiental

Los indicadores de comportamiento, tiene como propósito identificar si se está llevando a cabo la utilización adecuada y pertinente, de los insumos y materias primas necesarias para el desarrollo del proceso productivo de la planta avícola, es muy importante tener el conocimiento de las operaciones donde se utilizan. Para lograr esto necesario utilizar el análisis de balance de entradas y salidas de recursos (materia prima, agua y energía), lo cual nos permita establecer una serie de indicadores para evaluar la eficiencia de la empresa, como lo muestra la figura 52.

Figura 52. Diagrama balance de entradas y salidas



Fuente: Guía de Producción más Limpia para la producción avícola. p. 15.

Este balance establece que el peso total de los materiales que ingresan al proceso (materias primas, insumo, energía, agua, etc.), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo. Es decir:

$$\text{Materias primas} - (\text{Productos} + \text{Subproductos}) = \text{Residuos} + \text{Emisiones}$$

Con esta ecuación se pueden detectar fallas del proceso, identificar el impacto del mismo en función de la cantidad de residuos generados y analizar su potencial reutilización, además se considera como la base para establecer rendimientos de proceso y determinar costos del producto y subproducto. Por lo tanto los indicadores de comportamiento nos muestran que medir y registrar en las entradas como las salidas en relación a la producción, demostrara tanto la eficiencia, ver tabla LV.

Tabla LV. **Indicadores de comportamiento ambiental**

INDICADORES DE ENTRADA	UNIDADES DE MEDIDA
Cantidad de agua consumida por unidad productiva	Litro o m3 / ton de producción
Cantidad de energía consumida por unidad de productiva	kWh / ton de producción
Cantidad de combustibles y lubricantes consumidos por unidad productiva	g / ton de producción
Cantidad de materia prima consumida por unidad productiva	kg / ton de producción
Cantidad de insumos consumidos por unidad productiva	kg / ton de producción
INDICADORES DE SALIDA	UNIDADES DE MEDIDA
Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	Litro o m3 / ton de producción
Cantidad de subproductos generados por unidad productiva	kg / ton de producción
Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	kg o lb / ton de producción
Cantidad de emisiones al aire: calor, ruido, polvo y contaminantes por unidad productiva	Litro o m3 / ton de producción

Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Los indicadores de gestión ambiental, están destinados a reflejar acciones implementadas por la empresa con el fin de mejorar el desempeño ambiental, de manera que con este registro se evidencia los compromisos adquiridos por la empresa, tanto a nivel de capacitación como a nivel operativo. Los indicadores cuantifican la evolución que puede llegar a tener la planta en la protección ambiental, permitiendo comparaciones año con año (ver tabla LXII).

La evaluación periódica de los indicadores permite detectar rápidamente tendencias, por lo que son significativamente importantes para alertar tempranamente. Al hacer una comparación con la información de indicadores ambientales de otras plantas avícolas, o diferentes departamentos dentro de la empresa, se hacen evidentes las fallas y acciones potenciales de optimización, por lo que estos son sumamente esenciales para la definición de metas de un programa de monitoreo y mejora continua.

Tabla LVI. **Indicadores de gestión ambiental**

Indicador	Unidades de medida
Hora de capacitación en temas ambientales por año	Horas capacitación / por año
Disminución de residuos	kg / año
Ahorro en consumo de agua	m ³ / año
Ahorro en energía eléctrica	kWh / año
Ahorro en materia prima e insumos	kg / año
Material reciclado o valorizado	kg / año
Relacionados con los parámetros ambientales de la empresa comparados con la normativa ambiental vigente.	

Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

5.2.2. Desechos sólidos

Se debe tener muy en cuenta que los residuos sólidos son la categoría más importante de la producción avícola, por ello es indispensable monitorear constantemente su generación, como bien se sabe los procesos productivos requieren de materiales como viruta de madera, cascarilla de arroz para la cama de las aves en cualquier planta, así como también la cría y el ave de postura, requiere de atenciones veterinarias, actividades de limpieza y desinfección, por lo que se descartan en menores cantidades recipientes de vacunas y desinfectantes.

Conocer la composición es útil para poder definir estudios de factibilidad de reciclaje, tratamiento de gallinaza, manejo de cascaras de huevos, aves muertas etc., identificación de residuos y estudio de políticas de gestión de tratamiento. El análisis de factores y fuentes de generación puede llevarse a cabo por medio de la tabla LVII generación de desechos por área.

Tabla LVII. **Generación de desechos sólidos por área**

FACTOR	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Desechos sólidos orgánicos					
Desechos sólidos inorgánicos					
Valor promedio por área o fuente de generación en kg/día					

Fuente: elaboración propia.

Una vez identificadas las medidas, la verificación del plan de monitoreo puede controlarse utilizando la tabla LVIII. Esto le permitirá a la empresa demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección por parte de la autoridad competente.

Tabla LVIII. **Medidas para la gestión de los desechos sólidos**

Medida	Acciones	Responsable	Recursos	Costos	Plazos

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Los efluentes

Otro de los aspectos importantes es el monitoreo de los efluentes, que como se sabe son los residuos líquidos o gaseosos generados por el proceso productivo de la planta. Una vez identificadas las medidas a implementar, la verificación del plan de monitoreo puede controlarse utilizando la tabla LX, control de muestreo de agua residuales. En la tabla LIX se presenta un ejemplo de parámetros específicos a monitorear los efluentes hídricos, según la normativa nacional vigente para el manejo de aguas adecuado.

Tabla LIX. **Análisis de parámetros de efluentes**

Determinaciones fisicoquímicas	Dimensionales
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Miligramos por litro (mg/L o ppm)
Demanda química de oxígeno (DQO)	Miligramos por litro (mg/L o ppm)
Temperatura	Grados Celsius
Grasas y aceites	Miligramos por litro (mg/L o ppm)
Materia flotante	Presente o Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro (mg/L o ppm)
Nitrógeno total	Miligramos por litro (mg/L o ppm)
Fósforo total	Unidades de potencial de hidrógeno
Potencial de Hidrógeno (pH)	Número más probable en 100 ml
Coliformes fecales	(NMP/100ml)
Color	Unidades platino cobalto (Pt/Co)
Caudal	Metros cúbicos por día
Carga contaminante	Kilogramos por día

Fuente: centro guatemalteco de Producción más Limpia.

Tabla LX. **Control de muestreo de aguas residuales**

Análisis No.	Sitio de toma de muestra	Responsable	Fecha	Costo

Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Entorno de la planta

El entorno de la planta está compuesto por la flora y fauna que rodea las instalaciones, es necesario implementar un manejo adecuada de flora y fauna que incluyan técnicas para no afectar o alterar su estado, es decir que se presente una disminución de especie original. Estas técnicas deben ser empleadas para establecer plantaciones de árboles y plantas que permitan aislar la actividad del entorno o la protección de las fuentes hídricas cercanas y la mitigación de olores y ruido, estas deben estar enfocadas en favorecer la conservación de las especies nativas.

5.2.5. Procesos de la planta

El monitoreo constante de cada una de las actividades que forman parte del proceso productivo es indispensable para la productividad de la planta, desde el aspecto ambiental se debe efectuar una evaluación de los resultados y beneficios que se logran con la implementación de las buenas prácticas de producción más limpia y con ello poder predecir los potenciales cambios de mejora y la debilidades que se necesitan reforzar.

5.3. Actividades de mejora continua

Las actividades de mejora continua están enfocadas principalmente a monitorear de mejor manera el funcionamiento de los equipos en uso, para que en el futuro pueda establecerse un análisis del rendimiento y efectividad del programa de mantenimiento establecido en la planta avícola.

5.3.1. Realización de rutinas de mantenimiento

Para cada equipo, maquinaria o instalación adicional que se adquiriera se debe de disponer del manual del fabricante, con esta información se debe de crear la ficha de actividades de mantenimiento preventivo, la cual debe de integrarse al programa de mantenimiento inmediatamente.

5.3.2. Visitas

Es necesario verificar la correcta aplicación y desarrollo de las medidas correctivas solicitadas en la orden de trabajo, esto se logra mediante visitas de seguimiento que deben llevarse a cabo en el plazo otorgado para la reparación de la instalación, equipo o maquinaria; estas deben de registrar los atrasos o avances que se tengan y brindar un informe sobre su situación al administrador o encargado de la planta.

5.3.3. Inspecciones

Las inspecciones para los equipos e instalaciones en general deben llevarse a cabo bajo la frecuencia de inspección establecida, es necesario verificar el cumplimiento de cada una de las inspecciones, se debe concientizar al personal sobre la importancia de una efectiva inspección visual – auditiva, de cómo esta sencilla práctica puede llevar a prevenir potenciales daños a los equipos e instalaciones.

5.3.4. Orden de trabajo

Se debe de evaluar periódicamente el funcionamiento de la buena implementación de la orden de trabajo, esta debe siempre especificar los aspectos más importantes a considerar para el trabajo de mantenimiento a realizar ya sea correctivo o preventivo a los sistemas, equipos y obras. Es necesario que se detalle el cien por ciento de los recursos utilizados para desarrollar la actividad.

5.4. Auditorias

Una de las herramientas más importantes para la evaluación de de las buenas prácticas de gestión ambiental y del mantenimiento preventivo es la auditoría ambiental. Esta ofrece un modelo práctico para elaborar un diagnóstico de la situación ambiental y conocer los pasivos existentes, permite evaluar según la normativa legal vigente y el estándar tecnológico disponible.

La auditoría ambiental es una herramienta para evaluar una acción determinada, en relación al cumplimiento de la legislación y su reglamentación, además de ofrecer una base para desarrollar y formar conceptos de protección ambiental acorde a los estándares nacionales e internacionales. La auditoria identifica, describe y dictaminan los impactos concretos que se están produciendo en el ambiente. En muchos países la auditoría ambiental es una actividad legalmente definida, la que contiene estrictos principios de aplicación, esta puede ser realizada por dos instancias:

- Por la institución, ya sea por su propio personal o a través de contratación del personal externo (auditoría interna).

- Por la entidad responsable designada por la administración del estado (auditoría externa).

El documento de trabajo para la auditoría que se propone utilizar en la planta avícola, lo constituyen series de *checklist* o listas de revisión, las que generalmente son preguntas que se responden con un SI o NO, en que se debe explicar la respuesta negativa. En su llenado interviene esencialmente la experiencia y juicio del auditor.

5.4.1. Internas

Una auditoría interna es aquella que describe una lista de cuestionamientos esenciales para la verificación de las buenas prácticas de producción más limpia y el plan de mantenimiento preventivo en la explotación de la planta avícola.

5.4.2. Externas

Es necesario cumplir con cada uno de los aspectos ambientales a considerar, la planta avícola debe estar preparada en todo momento para solventar una auditoría externa que pueda darse por parte de las autoridades competentes y evaluadoras del sector avícola. Si se es necesario se debe contratar los servicios de un profesional certificado de la rama ambiental para llevar a cabo la evaluación de toda la planta.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de las buenas prácticas de gestión ambiental se proporcionan a la planta avícola, las estrategias para la minimización de impactos negativos al ambiente, logrando un ahorro en costos, reducción del consumo energético, mejorando la imagen y competitividad de la empresa.
2. El proceso productivo de la planta en el sector avícola puede considerarse de tipo tradicional en su mayor parte, aun que posee maquinaria y equipo, este es obsoleto por su antigüedad y el mal estado.
3. Tomando como base los impactos negativos identificados en el análisis ambiental, se desarrollaron las mejores prácticas ambientales aplicables al proceso de producción, para prevenir, controlar, minimizar o eliminar estos impactos generados durante el proceso.
4. La importancia de la aplicación de Producción más Limpia en la planta avícola, es sin duda que esta aborda la contaminación de manera preventiva, su aplicación promueve mejoras que permiten minimizar o eliminar residuos antes que se generen, mejorar la eficiencia de las operaciones y potencializar a la empresa a alcanzar sus metas económicas mientras contribuye a la protección del medio ambiente.

5. Para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo como parte integral de las buenas prácticas de gestión ambiental, se identificaron los equipos críticos, las falla principales, se diseñaron las fichas técnicas de mantenimiento, rutinas, registros y la metodología para su implementación.

6. La herramienta de gestión ambiental más adecuada para minimizar los impactos negativos al ambiente por la actividad de la empresa, es sin duda, la implementación de una Producción más Limpia como la propuesta, buscando la mejora continua en cada una de las áreas.

RECOMENDACIONES

1. Se debe de considerar a la Producción más Limpia, como una estrategia ambiental de vital importancia para el óptimo desarrollo de las actividades de la empresa.
2. Es indispensable que todos y cada uno de los colaboradores de la empresa, conozcan los resultados que pueden obtenerse derivados de la implementación de las buenas prácticas de producción más limpia y su directa relación con el cuidado del ambiente.
3. Se debe tomar en cuenta que cada uno de los impactos ambientales negativos identificados en el proceso, pueden ser controlados, reducidos o eliminado.
4. Es necesario que se capacite a todo el personal de la empresa sobre las prácticas ambientales que se implementaran al proceso de producción. Se debe concientizar, motivar y comprometer a todo el personal para lograr los resultados positivos.
5. Es necesario monitorear la implementación de todos y cada uno de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se desarrollen en la empresa, deben de registrarse y archivarse adecuadamente.

6. Se deben adquirir una cartelera de información para que el personal tenga conocimiento de los objetivos trazados, los resultados obtenidos con la implementación de las buenas prácticas de gestión ambiental, como herramientas de producción más limpia.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARISTONDO GUTIERREZ, Ludwing Mauricio. *Mejoramiento de la operación y Mantenimiento de una planta de beneficio de Palmiste*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 112 p.
2. Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras. *Guía de Producción más Limpia para la Producción Avícola* [en línea]. [Tegucigalpa, Honduras]: AGA & Asociados, Abril 2009 [ref. 01 de noviembre de 2012]. Disponible en Web:
<<http://www.mirahonduras.org/pml/docs/GUIA%20DE%20P+L%20AVICOLA.pdf>>.
3. HERNÁNDEZ GALINDO, Zaida Liseth. *Principios de Producción más Limpia en alimentos Kerns de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 19 p.
4. HIDALGO DITTEL, Nancy. *Guía Avícola: Instrumento de Gestión Ambiental*. San José, Costa Rica, 2009. 77 p. ISBN 978-9968-938-40-2

5. Industrias Val-Co. *Lista de Mantenimiento para Sistemas de Jaulas* [en línea]. Guadalajara, México, Septiembre 2006 [ref. octubre 2012]. Disponible en Web:
<[http://www.valco.com/pdfs/manuals/Cage%20Maintenance%20Schedule%20Ver%201A%20\(Spanish\).pdf](http://www.valco.com/pdfs/manuals/Cage%20Maintenance%20Schedule%20Ver%201A%20(Spanish).pdf)>.

6. Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. *Manual de Producción más Limpia: Introducción a la Producción más Limpia* [en línea]. Argentina, junio 2005. [ref. 19 de octubre 2012]. Disponible en Web:
<http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf>.

7. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Manual de Legislación Ambiental Guatemalteca*. [en línea]. Guatemala, Marzo 2009 [ref. junio 2012]. Disponible en Web:
<<http://www.mirahonduras.org/pml/docs/GUIA%20DE%20P+L%20AVICOLA.pdf>>.