ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"DESARROLLO DE LINEA DE PROCESO DE MATADERO SEMIAUTOMATICO PARA GANADO BOVINO, BASADO EN NORMAS DE LA FAO, PARA CIUDADES DE BAJA DENSIDAD POBLACIONAL"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentada por:

Carlos Andrés Moncayo Espinosa

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de tesis la Ing. Ana María Costa, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mis padres por apoyarme siempre.

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO REALIZADO CON ESFUERZO POR VARIOS MESES, ESTÁ DEDICADO A MIS PADRES Y FAMILIARES.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ana María Costa V.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Sandra Acosta D.
VOCAL

Ing. Priscilla Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA ESPOL
CIB -ESPOL

Carlos Andrés Moncayo Espinosa

RESUMEN

El presente proyecto se trata del diseño de la línea de proceso para faenado de ganado bovino, basado en normas de la FAO, para ciudades de baja densidad poblacional, con este se mejorará la manera de faenar reses en el Ecuador, permitiendo obtener carne con buena calidad organoléptica. Se toman en cuenta el análisis de ubicación, para de esta manera determinar donde podrá ser mejor situado. Asimismo se plantean las áreas dentro de la planta para que cuenten con una buena distribución e higiene, con sus respectivos equipos y las capacidades que estos requieran para un buen funcionamiento, también para tener el manejo adecuado de los productos y residuos; además la estimación de costos con la cual se propone un presupuesto tentativo de equipos para su implementación.

De esta forma se entrega a la sociedad la propuesta de un diseño de matadero ideal, que permita trabajar el proceso de sacrificio de reses bajo estándares internacionales asegurando un producto final de óptima calidad.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……..…….....I

ÍNDICE GENERAL…….…II

ABREVIATURAS……..IV

SIMBOLOGÍA……V

ÍNDICE DE FIGURAS…….....…VI

ÍNDICE DE TABLAS…….……..…VII

INTRODUCCIÓN…….…..1

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES…….……...……3
   1.1. Sacrificio……..…….…….....3
   1.2. Etapas del Proceso…….…….……..7

CAPITULO 2

2. DISEÑO DE MATADERO…….……...……16
   2.1. Análisis de Ubicación…….…….…..……..16
   2.2. Recomendaciones para Diseño de Matadero…….……..……..19
      2.2.1. Necesidades de emplazamiento fuera de la planta.……19
      2.2.2. Necesidades de emplazamiento dentro de la planta..…..…..…23

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE EQUIPOS ……31
3.1. Estimación de Capacidades……31
3.2. Área de Proceso……31
3.3. Cálculo de Sistema de Refrigeración……36
3.3.1. Área refrigerada de Proceso……36
3.3.2. Cámara de Almacenamiento……40
3.4. Infraestructura: Ubicación de Áreas y Layout……46

CAPITULO 4

4. TRATAMIENTOS DE RESIDUOS……53
4.1. Aguas Residuales……53
4.2. Manejo de Residuos Sólidos……63

CAPITULO 5

5. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE EQUIPOS……65
5.1. Área de Procesos ……65
5.2. Área Administrativa……67
5.3. Sistemas de Refrigeración……67
5.3.1. Área de Procesos……68
5.3.2. Cámara de Refrigeración……69
5.4. Inversión Total……69

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……71

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
FAO	Food and Agriculture Organization

SIMBOLOGIA

^oC	Grados Centígrados
Cm	Centímetros
Cm^2	Centímetros Cuadrados
Cm^3	Centímetros Cúbicos
Cp	Calor Específico
Hr	Horas
J/kgK	Jules por kilogramo Kelvin
Kg	Kilogramos
kg/cm^2	Kilogramo por Centímetro Cuadrado
kg/m	Kilogramo por Metro
kg/h	Kilogramo por Hora
^oK	Grados Kelvin
Lux	Nivel de Iluminación
lt/día	Litros por Día
Mm	Milímetros
M	Masa
m	Metro
m^2	Metro Cuadrado
media res /m	Media Res por Metro de Riel
media res/h	Media Res por Hora
media res/gancho	Media Res por Gancho
n	Número total de Personas
p	Potencia
ppm	Partes por Millón
q	Calor Emitido por los Obreros
reses/h	Reses por Hora
t	Tiempo
T	Temperatura
To	Temperatura Inicial
Tf	Temperatura Final
Tr	Tiempo Referencial
W	Watts

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1.1 Cajón de aturdimiento para bovinos……..…....5
Figura 1.2 Pistola de aturdimiento.....……..…....….…..7
Figura 1.3 Inspección ante-mortem……...…….….8
Figura 1.4 Reposo…….……..…..…….9
Figura 1.5 Pasillos y corrales…….....9
Figura 1.6 Camino hacia cámara de atronamiento……...….…10
Figura 1.7 Ubicación correcta de atronamiento……...….....…….....10
Figura 1.8 Pistola en posición de disparo…….……...11
Figura 1.9 Corte de patas y sangrado….…….….....……11
Figura 1.10 Desuello……...…….…...12
Figura 1.11 Corte de esternón, de cabeza y eviceración..……..……13
Figura 1.12 Corte de media res…….…….....14
Figura 1.13 Codificación……...…….....14
Figura 1.14 Refrigeración……...……..…….……15
Figura 2.1 Producción Agropecuaria…….……17
Figura 2.2 Censo Poblacional……..……...……....17
Figura 2.3 Mapa provincia del Guayas……...……..…18
Figura 2.4 Sistema Lineal ……...……...…28
Figura 4.1 Tratamiento de Aguas Residuales …….....……..53
Figura 4.2 Trampa de Grasa ……...…….……..…56
Figura 4.3 Filtro Prensa …….……...……62

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1 Equipos usados en el Camal Propuesto..……..……31

Tabla 2 Capacidades de Equipos usados en el Camal Propuesto. ……35

Tabla 3 Datos de Almacenamiento...……...…40

Tabla 4 Área y Volumen Cámara Frigorífica..…….…….……..……41

Tabla 5 Calor a Eliminar...…….…….……...45

Tabla 6 Precios de Equipos Usados en el Camal Propuesto…….....66

Tabla 7 Precios de Equipos Usados en el Área Administrativa…….....67

Tabla 8 Precio del Sistema de refrigeración del área de proceso……...68

Tabla 9 Precio de cámara frigorífica……..……...69

Tabla 10 Inversión Total……...……..……70

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Ecuador las técnicas de faenamiento de reses son muy precarias, esto se debe a la falta de infraestructura, tecnología y cultura sanitaria y alimenticia. De la misma manera el sufrimiento animal, producto de un defectuoso sacrificio, hace que la mayor parte de la carne que se consume no tenga la calidad requerida en estándares internacionales, agravado por la falta de capitales para mejoramiento de la infraestructura. Predominando por tanto la forma precaria de las técnicas de faenamiento en el piso, propagando la contaminación del producto final.

En la región Costa, las diferentes provincias con sus ciudades principales disponen de camales para el faenamiento de ganado, los cuales de la misma manera no cuentan con la infraestructura mínima requerida y en su mayoría son mataderos a pequeña escala sin la capacidad para poder cumplir con la demanda requerida. En la ciudad de Guayaquil se cuenta con un camal de alta capacidad que cumple con las normas básicas de calidad dentro de la planta.

El objetivo que se persigue con este trabajo de investigación es el desarrollo de una línea de proceso para un matadero semiautomático, basado en normas de la FAO para un buen funcionamiento, tomando en

cuenta la ubicación de sus diferentes áreas de proceso, la higiene, y el manejo adecuado de los productos y residuos, además la estimación de costos de equipos para su implementación.

Con el mismo se entrega a la sociedad un diseño de matadero ideal, el cual dará un servicio conforme a normas de calidad y con la seguridad que se trabaja con sistemas modernos, de resultados rentables, brindando un buen servicio a la comunidad que lo requiera y factible a implementase en diversas regiones del país.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Sacrificio

El sacrificio es la parte más importante de la matanza de una res, ya que es aquí donde se insensibiliza al animal evitando que este sufra en las etapas posteriores, a su faenado.

La investigación durante algunos años ha demostrado que los animales de sangre caliente, sienten dolor y miedo. En especial los mamíferos, incluyendo los destinados a la producción de alimentos tienen una estructura cerebral que les permite sentir el temor y el dolor. Estas son causas muy importantes de estrés en el ganado, y el estrés afecta a la calidad de la carne. El dolor generalmente es la consecuencia de una lesión o del maltrato, que a su vez influye en la calidad de la carne de los animales afectados.

Cuando los animales están sujetos a condiciones no adecuadas antes del sacrificio, generan toxinas las cuales hacen que la carne no cumpla con parámetros de calidad óptimos. El cuidado de las reses es responsabilidad del personal encargado, ya que deben tomar medidas

que aseguren su bienestar y evitar que sufran incomodidades estrés o lesiones innecesarias.

El manejo del ganado en forma eficiente, experta y calmada utilizando las técnicas e instalaciones recomendadas, reducirá el estrés en los animales y se evitarán así deficiencias en la calidad de las carnes.

Dispositivos de inmovilización

Es muy importante que los animales destinados al sacrificio sean inmovilizados apropiadamente antes del aturdimiento o el desangrado. Esto tiene como objetivo asegurar la estabilidad del animal para que el aturdimiento se realice correctamente. Entre los métodos que existen para inmovilización tenemos los siguientes:

- El cajón de aturdimiento
- Dispositivo de sujeción del cuello

En el diseño de esta tesis se usará el cajón de aturdimiento que es el método más común y efectivo para inmovilizar al ganado (Figuras 1.1). El cajón debe ser lo suficientemente angosto para evitar que el animal dé la vuelta, de lo contrario dificultaría su aturdimiento. Debe constar de un piso con una inclinación para que el animal caiga luego de aturdido y la caja debe ser antideslizante.

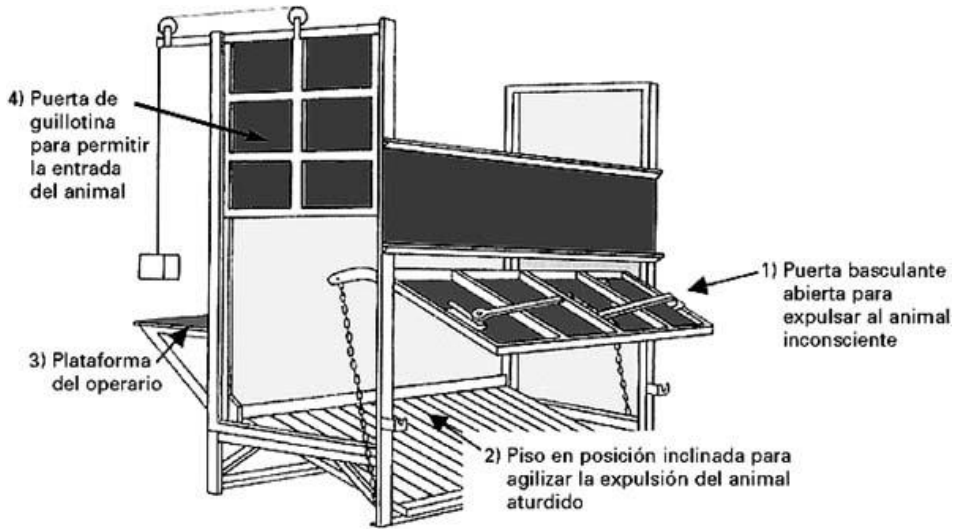


FIGURA 1.1 CAJÓN DE ATURDIMIENTO PARA BOVINOS.

Fuente: FAO, Noviembre 2008

Métodos de Sacrificio

Se recomienda dejar inconsciente al animal antes de su sacrificio, con el fin de evitar el dolor, el estrés y la incomodidad del procedimiento. La mayoría de los países desarrollados, y muchos en vías de desarrollo, cuentan con leyes que exigen el aturdimiento anterior al sacrificio. En algunas circunstancias, el sacrificio tradicional puede estar exento de un aturdimiento anterior al sacrificio. Pero sea cual fuere el método de aturdimiento, el animal debe estar insensible por un tiempo suficiente y así que el desangrado ocasione una muerte rápida por pérdida de oxígeno al cerebro. En otras palabras, la muerte debe presentarse antes de que el animal recobre el conocimiento.

Hay tres tecnologías básicas para lograr el aturdimiento:

- la percusión
- la electricidad
- gas

Solamente las dos primeras son comunes en los países en vías de desarrollo. De esta manera por mejora en la insensibilidad del animal, este proyecto usará la percusión. Existen dos técnicas dentro de la percusión estas son:

- Perno cautivo
- Disparo con arma de fuego

La técnica más efectiva es la de perno cautivo, consiste en una pistola que dispara un cartucho de fogueo, empujando un pequeño perno metálico por el cañón. El perno penetra el cráneo, produciendo una conmoción, al lesionar el cerebro o incrementar la presión intracraneal, al causar un hematoma (Figura 1.2). La pistola de perno cautivo es probablemente el instrumento de aturdimiento más versátil, ya que es rápido y sencillo de usar. Estas características hacen que la pistola de perno cautivo sea el instrumento de aturdimiento preferido, especialmente en países en vías de desarrollo [1].

FIGURA 1.2 PISTOLA DE ATURDIMIENTO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

1.2. Etapas del proceso

Dentro de las técnicas de faenamiento se cuenta con ciertas etapas para el desposte de la res, estas son:

- Inspección ante-mortem
- Reposo
- Recepción de animales
- Atronamiento
- Corte de patas y sangrado
- Desuello
- Corte de esternón y separación de cabezas
- Evisceración
- Corte de media res
- Codificación
- Refrigeración

Todas estas etapas serán las que se adoptaran para el diseño de esta tesis.

- **Inspección ante-mortem**: Esta es realizada por un médico veterinario, que determina la situación sanitaria de cada animal, impidiendo así que en caso de que hayan enfermos no contaminen a los sanos, garantizando de esta forma carne higiénica y de buena calidad.(FIGURA 1.3)

FIGURA 1.3 INSPECCIÓN ANTE-MORTEM

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Reposo**: En esta fase el animal permanece en los corrales con el fin de darle un descanso digestivo y corporal. Este reposo debe durar 24 horas. Esto también permite reducir el riesgo de contaminación de la canal con el contenido de heces fecales, asegurando carnes de óptima calidad nutricional y organoléptica. (FIGURA 1.4)

FIGURA 1.4 REPOSO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Recepción de animales**: Consiste en desplazar el animal a través de los pasillos y corrales hasta el área de pesaje. Para esto se utiliza una báscula de pesado, por medio de estos carriles, se logra que los animales se dirijan por un solo camino hacia la cámara de atronamiento. (FIGURA 1.5 y 1.6)

FIGURA 1.5 PASILLOS Y CORRALES

Fuente: FAO, Noviembre 2008

FIGURA 1.6 CAMINO HACIA CÁMARA DE ATRONAMIENTO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Atronamiento**: Los animales pasan a la sección de insensibilización, en el momento previo al sacrificio se bañan con agua fría, se realiza un golpe en el cráneo y el animal cae ya insensibilizado, a pesar de esto, el corazón sigue latiendo y de esta manera la sangre sigue siendo bombeada. (FIGURA1.7 y 1.8)

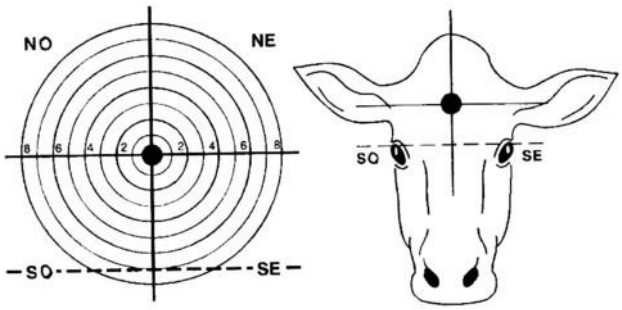


FIGURA 1.7 UBICACIÓN CORRECTA DE ATURDIMIENTO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

FIGURA 1.8 PISTOLA EN POSICIÓN DE DISPARO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Corte de patas y sangrado**: Es aquí donde a la canal se le cortan las patas. Luego los tendones traseros son colocados en unos ganchos para que cuando se dé el proceso de el sangrado, la gravedad ayude a que la sangre fluya. El sangrado se realiza mediante un corte en el cuello del canal, haciendo que toda la sangre sea eliminada y una vez realizado el sangrado, se baña nuevamente al animal. (FIGURA 1.9)

FIGURA 1.9 CORTE DE PATAS Y SANGRADO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Desuello**: Se realiza con un cuchillo con ayuda de personal con experiencia, para retirar totalmente la piel de las piernas, muslos, y el resto de la canal. Al finalizar estas operaciones, la piel que se encuentra adherida a lo largo de la región dorsal es sujetada por cadenas que la desprenden por completo de la canal. (FIGURA 1.10)

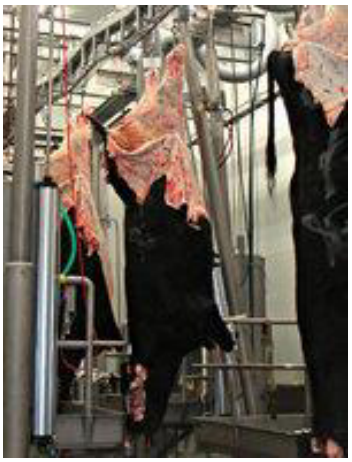


FIGURA 1.10 DESUELLO

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Corte de esternón y separación de cabezas**: aquí se procede a un corte del esternón desde la parte inferior de la canal hasta el cuello del animal de esta manera las vísceras quedan expuestas, y luego se procede a cortar la cabeza. (FIGURA 1.11)

- **Evisceración**: Al animal se le separan los órganos genitales, vísceras blancas y rojas; la canal se somete a un lavado con agua y se inspecciona sanitariamente. Se observa que las vísceras estén en buen estado y la canal esté higiénica. Una vez es aprobada ésta, se pasa a la zona de pesaje, donde se determina el peso final. (FIGURA 1.11)

FIGURA 1.11 CORTE DE ESTERNÓN, DE CABEZA Y EVICERACIÓN

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Corte de media res**: aquí se procede a un corte completo desde la parte inferior de la canal hasta el cuello del animal, permitiendo dividir a la canal en dos partes para una mejor manipulación y limpieza. (FIGURA 1.12)

FIGURA 1.12 CORTE DE MEDIA RES

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Codificación**: es en esta etapa que se codifica a las reses según su proveedor, o cual sea la manera en que se deba identificar a la res. (FIGURA 1.13)

FIGURA 1.13 CODIFICACIÓN

Fuente: FAO, Noviembre 2008

- **Refrigeración**: luego de todos los procesos, la res es posteriormente refrigerada durante 24 horas, dejando que el músculo se transforme en carne. (FIGURA 1.14) [3].

FIGURA 1.14 REFRIGERACIÓN

Fuente: FAO, Noviembre 2008

CAPITULO 2

2. DISEÑO DE MATADERO

2.1. Análisis de ubicación

De acuerdo con la distribución geográfica del Ecuador, las provincias que tiene mayor producción agropecuaria son: Manabí, Los Ríos y Guayas (FIGURA 2.1). Adicionalmente, de acuerdo al censo de población en el 2001, las provincias antes mencionadas son algunas de las que tienen mayor población (FIGURA 2.2). Además en la provincia del Guayas se escogió ubicar el camal en el cantón de Balzar, debido a que esta zona se encuentra en medio de las tres áreas de mayor producción ganadera. (FIGURA 2.3).

Todo el ganado que se faena en el camal municipal de Guayaquil, llega desde rincones de la provincia del Guayas y desde otras provincias que no cuentan con un camal que pueda sostener la demanda que se necesita. La mayoría de las vías de acceso son desde el área de Balzar y Daule.

Al ubicar este camal en este cantón se evita que los ganaderos se desplacen por grandes distancias hasta llegar a Guayaquil,

permitiendo un ahorro considerable en transporte, haciendo que el camal a desarrollar tenga gran acogida por estos ganaderos [5].

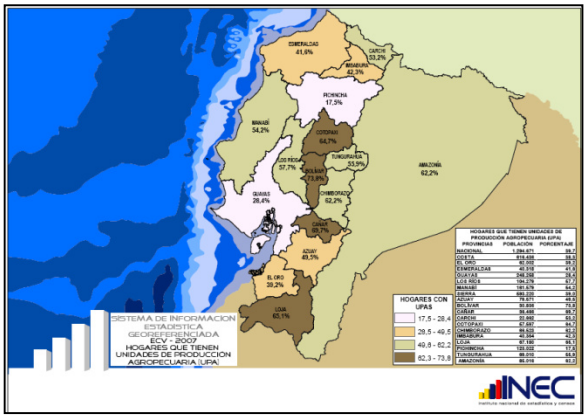


FIGURA 2.1 PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fuente: INEC, 2007 [5]

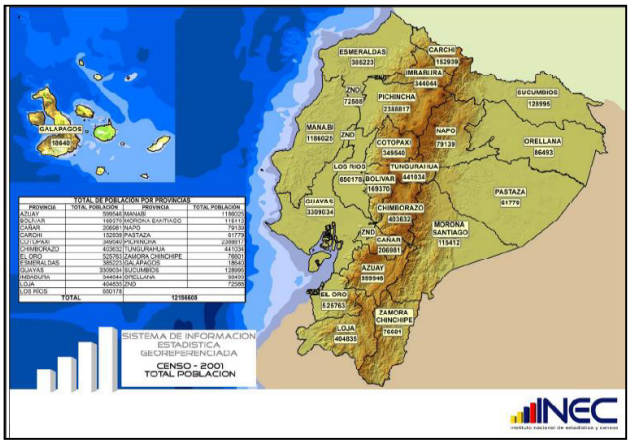


FIGURA 2.2 CENSO POBLACIONAL

Fuente: INEC, 2001 [5].

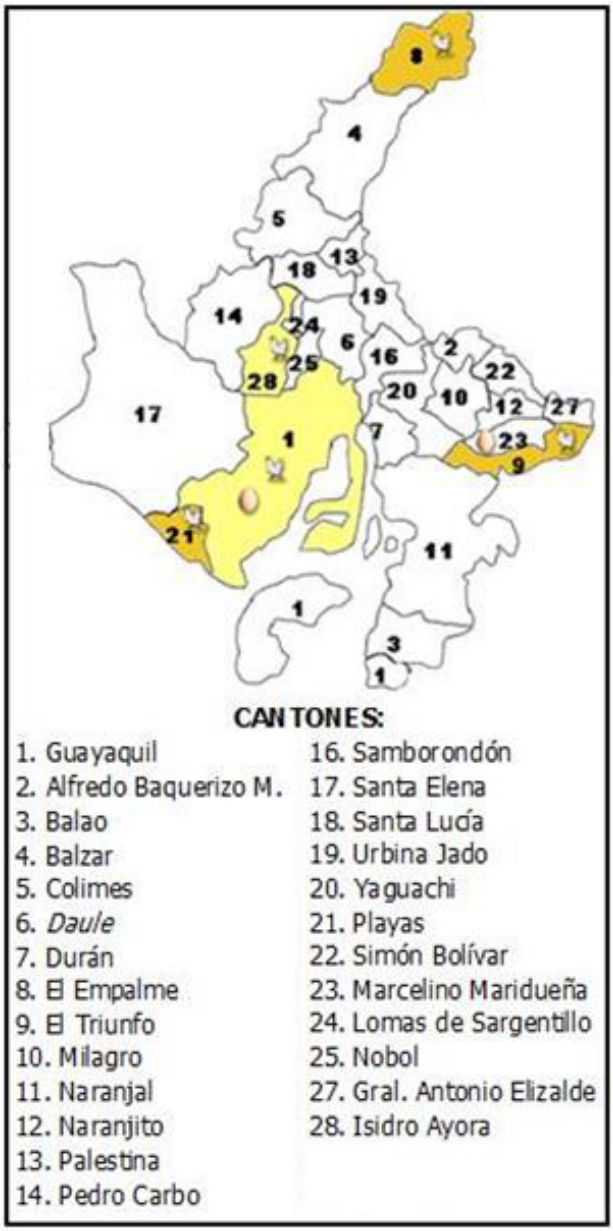


FIGURA 2.3 MAPA PROVINCIA DEL GUAYAS

Fuente: Gobierno Provincial del Guayas, 2008 [6].

2.2. Recomendaciones para diseño de matadero

Entre las diferentes etapas del proceso y áreas específicas en el diseño de un matadero se cuenta con ciertos requerimientos necesarios para el buen funcionamiento y optimización de los procesos. Entre estos tenemos las siguientes recomendaciones a seguir:

- Necesidades de emplazamiento fuera de la planta
- Necesidades de emplazamiento dentro de la planta

2.2.1. Necesidades del emplazamiento fuera de la planta

Los emplazamientos deben tener conducciones apropiadas para los suministros de agua y electricidad, conducciones de alcantarillado y estar en proximidad cercana de zonas de producción de ganado, redes de carreteras principales y una mano de obra disponible. La zona general debe estar exenta de contaminación, lejos de construcciones de viviendas y apta para la construcción de edificios amplios con buena entrada, muelles de carga, fosos para lavado de vehículos, etc. Debe haber una separación clara entre operaciones limpias y sucias.

La construcción y el mantenimiento deben ser tales que impidan que los animales se lesionen. El matadero es un

ambiente desconocido para los animales. El descanso, la ingesta de agua y la correcta construcción y diseño de un matadero permitirá que permitan manejar a los animales amablemente y les reducirá el estrés. Donde sea posible, los mataderos deben ser diseñados para explotar el comportamiento natural de los animales, para reducir al mínimo su manipulación y para facilitar la circulación de personal. Las actitudes del personal con respecto al bienestar de la manipulación de los animales, pueden influir negativamente en condiciones de trabajo inadecuadas. Siempre se debe tener en cuenta la manera de reducir el esfuerzo físico del personal y proporcionar espacio y luz suficiente con condiciones higiénicas de buena ventilación y exentas de corrientes de aire.

En las instalaciones, equipos metálicos se usan frecuentemente porque son duraderos y relativamente fáciles de limpiar; sin embargo pueden producir un ruido considerable, por lo que se debe procurar reducirlo usando alternativas no metálicas aceptables desde el punto de vista higiénico o procurando que las compuertas metálicas de autocierre, las puertas y los ajustes amortigüen el ruido.

Establo

El establo debe construirse con materiales y superficies que sean fáciles de limpiar y desinfectar. Pueden ser apropiadas construcciones con armazón de acero inoxidable normal o de hormigón que han sido tratadas para evitar la corrosión, Los suelos sobre los cuales se desplazan los animales no deben ser resbaladizos. No debe haber bordes cortantes o salientes con los cuales puedan entrar en contacto los animales. Todas las paredes de los corrales deben ser lo suficientemente altas para evitar que los animales salten por encima de ellas.

La zona de los establos en conjunto debe ser capaz de alojar por lo menos la matanza de dos días normales, se recomienda las siguientes dimensiones de los corrales:

- Ganado vacuno (suelto) 2,3 a 2,8 m^2
- Ganado vacuno (atado) 3,3 m^2

La iluminación en todas las partes del establo debe ser suficiente para permitir que los animales sean vigilados en todo momento, no debe distorsionar los colores naturales y debe permitir observar a los animales sin que sean deslumbrados. Cuando los animales se guardan durante la noche, debe ser posible desconectar la iluminación o reducir su intensidad.

El desagüe en el establo debe estar situado inmediatamente fuera de los corrales. Se debe disponer de rejillas sobre los desagües abiertos y situadas de modo que no sean peligrosas para los animales.

Debe haber siempre a disposición de los animales un suministro suficiente de agua potable limpia. Se recomienda que el agua se extraiga de un tanque de reserva cubierto, a fin de que se garantice un suministro continuo aún en el caso de que se interrumpa el suministro principal.

Pasadizos y corredores

Cuando un animal es sacado de su establo para ser sacrificado, el objetivo debe ser permitirle el desplazamiento sin estorbo hacia adelante en un ambiente tranquilo y pausado, manteniendo en un mínimo el riesgo de daño físico y de estrés. La iluminación debe ser suficiente y estar situada para estimular a los animales a desplazarse hacia adelante, teniendo en cuenta que los animales prefieren desplazarse hacia una zona iluminada más intensamente.

Un corredor de aproximación curvo en vez de recto puede ser una ventaja en el sentido de que la curiosidad del animal puede

estimularle a desplazarse hacia adelante y alrededor de la curva sin la necesidad de persuasión.

El corredor de aproximación al corral de aturdimiento debe tener lados compactos, de modo que los animales sólo puedan ver la parte posterior del animal de enfrente y no serán distraídos por lo que está sucediendo fuera del corredor. El corredor no debe ser tan ancho como para que permita que el animal se dé la vuelta, no obstante debe proporcionar espacio suficiente para que entre un ayudante con el fin de que intervenga en cualquier urgencia. El corredor debe incluir una puerta de salida o instalación similar inmediatamente antes de la zona de aturdimiento, que permitirá sacar a los animales para ser trasladados de nuevo al establo.

2.2.2. Necesidades de emplazamiento dentro de la planta

Suelos

Las paredes y los suelos deben ser lisos, duraderos e impermeables. Los ángulos pared-suelo deben ser abovedados para limpieza fácil, con adecuadas pendientes del suelo para permitir el drenaje conveniente.

Equipo

El equipo de los mataderos industriales debe ser diseñado para conseguir un funcionamiento eficaz e higiénico desde la llegada del ganado en la zona de recepción hasta la producción final de carne de calidad apta para el consumo humano. Los edificios se deben construir con materiales duraderos, con la maquinaria y el equipo de la planta necesarios para permitir la adecuada gestión interna, niveles elevados de higiene, la eliminación de residuos y el control de plagas, así como facilidad de la manipulación del ganado, el sacrificio humanitario y la preparación higiénica de las canales, el tratamiento y la refrigeración de la carne.

Son esenciales buenos sistemas de iluminación, de ventilación y de control de la temperatura, que deben ser mantenidos convenientemente. Deben disponer de instalaciones adecuadas para el personal, por ejemplo: lavabos para la higiene de las manos, inodoros y habitaciones de primeros auxilios, limpiadas regularmente y mantenidas en buen estado de servicio.

Ventilación

La ventilación puede ser proporcionada por medios naturales o mecánicos. Son necesarias por lo menos dos renovaciones de

aire por hora. Es importante que sean impedidas las corrientes de aire, tanto para los animales como para el personal y que se evite la acumulación de vapor y aire caliente.

Iluminación

La iluminación debe ser de una intensidad general de por lo menos 220 lux; en los puntos de inspección debe ser de 540 lux. Los colores no deben ser distorsionados.

Ruido

El ruido es uno de los principales problemas en los mataderos. En el planteamiento de las fases se debe tener cuidado para producir el menor ruido posible, especialmente con respecto al tipo de maquinaria, ya que los ruidos súbitos pueden influir en las reacciones de los animales y dificultar e incluso hacer peligroso su manejo. La exposición prolongada al ruido puede tener efectos perjudiciales en los obreros; por esta razón son esenciales auriculares o tapones de espuma de plástico o de fibra vegetal encerados.

Instalaciones para el lavado de manos

En las entradas a las zonas de trabajo, además de los lavabos, de las habitaciones para cambiarse y de las habitaciones de descanso, son necesarios lavabos accionados con la rodilla o con el pie con dispensadores de jabón líquido antibacteriano y sistemas para el secado de las manos.

Refrigeración

La refrigeración tiene por objeto eliminar el calor de la carne y productos cárnicos en una cámara y de mantener la temperatura por debajo de la del ambiente. Dos factores principales son esenciales en la prevención de la alteración de los alimentos y en la producción de carne apta para el consumo humano: la higiene y la temperatura. La higiene adecuada reduce de modo importante el número de bacterias, levaduras y mohos, a la vez que la temperatura baja, por ejemplo +7°C, retarda su actividad y a temperaturas de congelación, por ejemplo -20°C, su actividad, junto con la actividad de los enzimas, cesa. Posteriormente, la temperatura elevada en la cocción final garantiza la inocuidad completa.

Se exige que:

- La carne fresca debe ser enfriada inmediatamente después de la inspección post mortem y mantenida a una temperatura interna constante de no más de +7°C para las canales y tajos y de +3°C para los despojos.
- La carne congelada debe alcanzar una temperatura interna de -12°C o más baja y no puede ser almacenada después a temperaturas más elevadas. Debe ser etiquetada con el mes y año en los cuales fue congelada.
- La temperatura de la parte de la canal de mayor grosor debe ser reducida a una temperatura suficientemente baja en un tiempo determinado. Para la refrigeración y congelación se emplean temperaturas y tiempos diferentes.

Preparación de la canal

Por lo general, los sistemas lineales incluirán rieles aéreos sencillos o dobles, ganchos apropiados, elevadores, bateas de sangría, herramientas para cortar patas, para desmochar, para desollar, herramientas para cortar la rabadilla, sierras para la división de la canal, cintas transportadoras para los despojos y la cabeza, rampas de caída para los vellones y

para las patas, lavadoras y una báscula. Para el funcionamiento correcto de un sistema lineal eficaz, es necesario el espacio adecuado.

También existen algunas variaciones de los sistemas de preparación de la canal en uso. Generalmente se prefieren los sistemas lineales 'sobre raíl' que pueden funcionar por gravedad o con energía eléctrica. Todos los sistemas deben ser diseñados para garantizar el sacrificio y la sangría eficaces, la facilidad de faenado de la canal, la seguridad para los obreros y deben estar provistos de los medios adecuados para ocuparse de las canales de la línea en caso de avería o de corte de electricidad. (FIGURA 2.4)

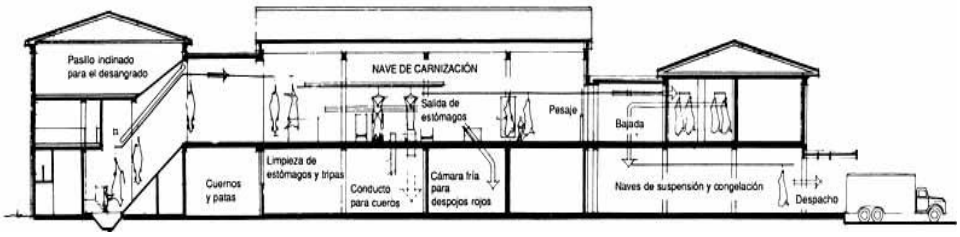


FIGURA 2.4 SISTEMA LINEAL

Fuente: FAO, Noviembre 2008

Ventajas de los sistemas lineales de preparación de la canal

1. índices de rendimiento elevados.
2. Ahorro de mano de obra, debido al uso de herramientas mecánicas y posiciones cómodas de los obreros.
3. Higiene: las canales no tocan el suelo.
4. Ahorro de tiempo: sin necesidad de que los obreros estén desocupados durante la elevación y colocación de las canales.
5. Reducción del movimiento y de la circulación innecesaria de las canales, lo que también ahorra espacio.
6. El mejor tratamiento de las canales, pieles y despojos aumenta el valor del producto.
7. Económica con respecto al espacio.

Inconvenientes

1. Elevado nivel de mantenimiento de las maquinarias por causa de la motorización completa.
2. Carácter repetitivo del trabajo. Hasta cierto punto, esto puede ser compensado por la rotación de tareas.
3. Las averías pueden causar problemas.

4. Los procedimientos de inspección de la carne se pueden hacer más difíciles y menos eficaces. Esto de pende en gran parte de la velocidad de las marchas de sacrificio/cadena, del número y eficacia de los inspectores y del sistema de inspección y registro [2].

CAPITULO 3

3. EVALUACION DE EQUIPOS

3.1. Estimación de Capacidades

Tomando en consideración que el matadero es de mediana capacidad es decir hasta 150 reses por día, se toma en consideración equipos necesarios para un buen funcionamiento y de la misma manera se prevé un aumento de capacidad con el crecimiento paulatino del matadero.

3.2. Área de Procesos

TABLA 1

EQUIPOS USADOS EN EL CAMAL PROPUESTO

ITEM	Equipos
1	Cámara de atronamiento
2	Pistola neumática
3	Tina de sangrado
4	Sierra eléctrica esternón
5	Sierra corte media res
6	Máquina desolladora
7	Carriles de transportación
8	Ganchos
9	Cuchillos
10	Sistema de Refrigeración
11	Bombas de agua
12	Cámaras de refrigeración
13	Caldero

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

- Cámara de atronamiento.

  La capacidad efectiva de este equipo es de 60 reses por hora pero debido a que el matadero es de mediana capacidad solo se requiere que cumpla con 40 reses por hora de tasa de producción promedio, por tanto se requiere una cámara de atronamiento.

- Pistola neumática.

  De igual manera que en la cámara de atronamiento la capacidad efectiva de esta es de 60 reses por hora y la tasa de producción promedio es de 40 reses por hora, sólo se requiere de 1 pistola neumática.

- Tina de sangrado

  Esta pieza no tiene una capacidad efectiva ni tasa requerida ya que toda la sangre que sea eliminada en esta tina pasará por cañerías al tratamiento de aguas residuales evitando agrupar la sangre en la tina.

- Sierra eléctrica de esternón y Sierra corte media res

  La capacidad de ambos equipos es de 120 reses por hora, y se requieren capacidades de producción promedio de 100 reses por hora, ambos equipos superan la capacidad requerida para el buen

funcionamiento del matadero, de esta manera sólo se requiere 1 equipo de cada uno.

- Máquina desolladora.

  Este equipo es de mucha importancia para el rápido faenamiento de las reses ya que este proceso tarda más que otros procesos, la capacidad efectiva es de 60 reses por hora, y la tasa de producción promedio es de 40 reses por hora, es así como se cumple con los requerimientos necesarios diarios.

- Carriles de transportación

  Estos carriles son los que permiten el movimiento por todo el proceso de faenamiento y en el área de refrigeración es necesario que se cumplan con las capacidades mínimas requeridas para su buen funcionamiento, la capacidad efectiva de riel es de 5 medias reses por metro, y la tasa de producción promedio es de 3 medias reses por metro, de esta forma se optimiza el movimiento entre res y res en los carriles de transportación.

- Ganchos

  Los ganchos permiten que las reses sean colgadas desde los carriles de transportación ayudando a que se mantengan a

distancia del suelo evitando contaminación en las canales, estos tienen una capacidad efectiva de 1 media res por gancho.

- Cuchillos

  Estos implementos se toman en consideración dependiendo de la cantidad de personas que se encuentren en el proceso de faenado.

- Generadores de aire

  Estos generadores requieren que el aire sea renovado constantemente para evitar contaminación, y a su vez mantener el área de proceso a una temperatura de 15º C para mantener en óptimas condiciones las reses.

- Bombas de agua

  Estas logran que el agua llegue a sus instalaciones permitiendo de esta manera el uso del agua de limpieza.

- Cámaras de refrigeración

  Estas serán de acuerdo a la capacidad requerida y tienen que mantener la carne a temperaturas de 10º C para lograr una buena calidad.

- Caldero

Este logra que agua a altas temperaturas sea utilizada para limpieza de implementos como son las sierras y cuchillos y así se evita una contaminación cruzada entre cada res faenada.

Luego de revisar y detallar las capacidades requeridas se llega a la siguiente conclusión. (TABLA 2)

TABLA 2

CAPACIDADES DE EQUIPOS USADOS EN EL CAMAL PROPUESTO

ITEM	Equipos	Cant.	Cap. Efectiva	Tasa prod. promedio	Unidad
1	Cámara de atronamiento	1	60	40	reses/h
2	Pistola neumática	1	60	40	reses/h
3	Tina de sangrado	1	---	---	---
4	Sierra eléctrica esternón	1	120	100	reses/h
5	Sierra corte media res	1	120	100	reses/h
6	Máquina desolladora	1	60	40	reses/h
7	Carriles de transportación	1	5	3	medias reses/m
8	Ganchos	1	1	1	media res/gancho
9	Cuchillos	1	---	---	---
10	Sistema de Refrigeración	1	1250	1000	kg
11	Bombas de agua	1	2500	2000	lt/dia
12	Cámaras de refrigeración	1	80	70	medias reses/h
13	Caldero	1	100	70	kg/h

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

3.3. Cálculo de Sistema de refrigeración

Se logrará con esto determinar los equipos requeridos para que el ambiente dentro del área de proceso y en la cámara de almacenamiento sean los adecuados, evitando sobre estimar los requerimientos.

3.3.1. Área refrigerada de proceso

Para determinar el cálculo del área refrigerada de proceso es necesario considerar todos los puntos que generen calor.

1. Carga másica

Es el calor que emanan las canales en el tiempo que demora su faenamiento.

$$Q1 = \frac{M\ x\ Cp\ x\ \Delta T}{Tr}$$

M= 25 reses x 300 Kg = 7500 Kg

Cp= 3080 J/Kg º K

To= 38º C = 311.15 º K

Tf= 36º C = 309.15 º K

Tr= 7 minutos x 25 reses en una hora.

$$Q1 = \frac{7500\ Kg\ x\ 3080 \frac{J}{Kg^{o}K} x\ (311.15 - 309.15)}{7\ \min(60 \frac{s}{min})\ x\ 25}$$

$$\boldsymbol{Q1 = 4400\ W}$$

2. Calor emitido por el sistema de iluminación

Se usarán lámparas fluorescentes así el calor que estas emiten es menor y al mismo tiempo consumen menos energía, ya que este tipo de luminarias consumen 25 Watts en promedio pero generarán luz como si fueran lámparas de 100 Watts.

Se instalarán 20 paneles con 4 fluorescentes cada uno.

$$Q2 = \frac{P\ x\ T}{Tiempo\ total}$$

t = 80 lámparas fluorescentes

P = 25 Watts cada lámpara

Como son lámparas fluorescentes $\frac{T}{24} = 0{,}7$ y el factor de corrección es de 1,25.

Es decir que:

$Q2 = (1{,}25)(0{,}7)(80)(25)$

$$\boldsymbol{Q2 = 1750\ Watts}$$

3. Calor emitido por los obreros

Este se resume en el tiempo de permanencia del personal en el área de procesos.

$$Q3 = \frac{q\ x\ n\ x\ t}{Tiempo\ total}$$

q = calor emitido por los obreros (270 W)

n = número total de personas (15 personas)

t = número de horas que se labora (8 horas)

$$Q3 = \frac{270\ \ x\ 15\ x\ 8}{24}$$

$$\boldsymbol{Q3 = 1350\ Watts}$$

4. Calor emitido por todos los equipos

Tomando en cuenta un valor aproximado de los calores totales emitidos por todos los equipos de esta área se puede asumir que se genera calor por un valor aproximado a 2200 Watts

$$Q4 = \frac{P\ x\ t}{Tiempo\ total}$$

P = 2200 W

t = 8 horas

$$Q4 = \frac{2200\ x\ 8}{24}$$

$$\boldsymbol{Q4 = 733\ Watts}$$

Carga total

Esta es la suma de todas las cargas antes halladas por separado.

$$\boldsymbol{Qt = Q1 + Q2 + Q3 + Q4}$$

$$\boldsymbol{Qt = 4400 + 1750 + 1350 + 733}$$

$$\boldsymbol{Qt = 8233\ \ Watts}$$

Factor de seguridad

Luego de haber calculado todos los gastos de calor se le agregara un factor de seguridad del 10% con esto se evita que la potencia de los equipos requeridos se limite a cumplir con una carga base y pueda evitar un valor extra no esperado.

$$\boldsymbol{Qt = 9862.963\ \ Watts}$$

3.3.2. Cámara de almacenamiento

Antes de poder hallar la cantidad de calor que se requerirá extraer de la cámara de refrigeración es necesario que se establezcan los datos de almacenamiento:

TABLA 3

DATOS DE ALMACENAMIENTO

Concepto	medidas
Cantidad de medias reses en los rieles	*3 medias reses / metro de riel*
Ancho de la cámara	*14 m*
Largo de la cámara	*17 m*
Peso de carga en cada riel	*525 Kg/m*
Separación entre res y res	*50 cm*
Separación entre riel – pared	*1,50 m*
Altura del piso al techo	*5 m*
Altura del piso al riel	*4m*
To = temperatura de ingreso a cámara	36º C
Tf = temperatura producto final en cámara	10º C

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

Carga máxima

Tomando en consideración estos factores podemos realizar los cálculos para hallar el valor máximo que cargara esta cámara.

Carga máxima = 150 canales x 300 Kg por canal = 45000 Kg

Longitud de riel = carga máxima / peso de carga en cada riel

45000 Kg / 525 Kg/m = 85.71 m

Numero de rieles

Esto dependerá del espacio que se tenga y la ubicación que se le dé a la cámara de refrigeración, se puede hacer un arreglo de 5 rieles por 17 metros cada riel.

Área total = (espacio ocupado por los rieles + espacio entre riel y pared) x (largo del riel + espacio entre riel y pared).

At = (5+ (2x1.5)) x (17+ (2x1.5)) = 160 m^2

Volumen Total = Área Total x Altura

160 m^2 x 5 m = 800 m^3

TABLA 4

AREA Y VOLUMEN CÁMARA FRIGORIFICA

Concepto	medidas
Área de la cámara frigorífica	160 m^2
Volumen de la cámara frigorífica	800 m^3

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

1. Carga másica

Es el calor de las canales que se debe eliminar dentro de la cámara de refrigeración.

$$Q1 = \frac{M\ x\ Cp\ x\ \Delta T}{Tr}$$

M= 150 reses x 300 Kg = 45000 Kg

Cp= 3080 J/Kg º K

To= 36º C = 309.15 º K

Tf= 10º C = 283.15 º K

Tr= 20 horas.

$$Q1 = \frac{45000\ Kg\ x\ 3080 \frac{J}{Kg^{o}K}\ x\ (309.15 - 283.15)}{20\ horas\ x\ 3600 \frac{s}{h}}$$

$$\boldsymbol{Q1 = 50050\ W}$$

2. Calor emitido por el sistema de iluminación

En las cámaras la iluminación es relativamente más baja que en el área de proceso, es decir, se usaran focos de 20 W por cada metro cuadrado.

$$Q2 = \frac{P\ x\ T}{Tiempo\ total}$$

P = área de cámara x potencia de lámparas.

P = 160 m^2 x 20 $\frac{\mathrm{W}}{m^2}$

P = 3200 W

t = 6 horas de uso al día

$$Q2 = \frac{3200\ x\ 6}{24}$$

$$\boldsymbol{Q2 = 800\ Watts}$$

3. Calor emitido por los obreros

$$Q3 = \frac{q\ x\ n\ x\ t}{Tiempo\ total}$$

q = calor emitido por los obreros (270 W)

n = número total de personas (3 personas)

t = número de horas que se labora (6 horas)

$$Q3 = \frac{270\ \ x\ 3\ x\ 6}{24}$$

$$\boldsymbol{Q3 = 202.5\ Watts}$$

4. Calor liberado por los ventiladores

$$Q4 = \frac{P\ x\ t}{Tiempo\ total}$$

Ya que toda la información que estamos obteniendo nos permitirá definir que equipos utilizar, asumiremos que la potencia de los ventiladores será de 1500 W.

P = 1500 W

t = 20 horas

$$Q4 = \frac{1500\ x\ 20}{24}$$

$$\boldsymbol{Q4 = 1250\ Watts}$$

Carga total

Esta es la suma de todas las cargas antes halladas por separado.

$$\boldsymbol{Qt = Q1 + Q2 + Q3 + Q4}$$

$$\boldsymbol{Qt = 50050 + 800 + 202.5 + 1250}$$

$$\boldsymbol{Qt = 52302.5\ Watts}$$

Factor de seguridad

Luego de haber calculado todos los gastos de calor se le agregara un factor de seguridad del 10% y se evita que la potencia de los equipos requeridos se limite a cumplir con una carga base y pueda evitar un valor extra no esperado.

$$\boldsymbol{Qt = 57532.75\ Watts}$$

Datos obtenidos en resumen:

Se requieren equipos para el área de procesos y para la cámara de refrigeración que logren eliminar la siguiente cantidad de calor hallado.

TABLA 5

CALOR A ELIMINAR

AREA	CALOR
Área refrigerada del proceso	9862.963 Watts
Cámara de almacenamiento	57532.75 Watts

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

3.4. Infraestructura: ubicación de áreas y layout

Establo

Dentro de las partes diseñadas en este camal se toma en consideración una situación muy importante que es la tranquilidad de las reses a faenar, esto es darles a los animales un ambiente en el cual se sientan a gusto y eviten el estrés.

Entre las especificaciones requeridas se encuentra que aproximadamente se requiere un área de 2.80 m^2 por cada res, es asi como se logra suficiente espacio para que se muevan libremente. La capacidad pronosticada es de 150 reses máxima ya que es un camal de mediana capacidad.

La altura de los muros es de 1,60 m, esto evitara que las reses puedan saltar sobre estos. El establo se divide en dos partes, cada sector tiene 210 m^2 y tiene una capacidad de 75 reses cada una.

Cada sector del establo cuenta con una puerta de acceso para el desembarque de las reses, estas puertas miden 2,30 m logrando suficiente espacio para que circulen los animales. En la parte derecha del establo se encuentra la manga de alineamiento donde se separan a las reses en dos pasadizos esta puerta mide 4,00 m.

Pasadizos y corredores.

En esta área se logra separar a las reses en dos líneas las cuales se juntan al final logrando una mejor organización y evitando que las reses se estropeen, cada línea de distribución tiene 2,15 m de esta manera se evita que las reses tengan oportunidad de girar y evitar seguir el camino indicado. La longitud del corredor es de 10 m.

Área de Procesos

Esta es la parte interior de la nave de carnización y cuenta con una línea aérea por donde se transportarán las reses y donde se realizará todas las etapas de su faenado. Esta área tiene una longitud de 40 m y está dividida en las diferentes sub áreas:

Área de aturdido

Una superficie de 6,20 m x 4,20 que cuenta con espacio suficiente para tener la cámara de atronamiento que es donde cada res entrará antes de ser sacrificada, luego de este proceso la res es colgada en las líneas aéreas de transportación. Para pasar a el siguiente proceso.

Área de Desangrado

Este lugar cuenta con un espacio de 6,20 m x 5,50 m, en el que hay tinas de acero inoxidable las cuales permiten tomar toda la sangre obtenida del desangrado y que sea llevada por medio de tuberías hacia un reservorio. Posee con 3 tinas de 1,70 m las cuales ayudan a evitar una obstrucción en las instalaciones.

Área de Desuello

En este lugar se trabaja con un equipo que ocupa gran espacio bastante sofisticado el cual se trabaja rápido evitando congestionamiento. El área es de 6,20 m x 4,60 m y cuenta con una altura de 3,00 m. A partir de esta etapa la limpieza es un punto muy crítico ya que en procesos posteriores se puede contaminar la canal.

Área de Corte de Esternón y Cabeza

El área en la cual se trabajara es de 6,20 m x 4,90 m. Aquí se realiza un corte en el esternón del animal permitiendo en pasos posteriores la evisceración sea mucho más rápida y eficaz.

Área de Evisceración

Para el trabajo manual que se realiza en este proceso se cuenta con un espacio de 6,20 m x 4,25 m, existe una plataforma que permite que la persona que realice esta actividad sea elevada y así facilite el trabajo. La plataforma se eleva a una altura de 1,00 m.

Área de Corte en Mitades

Aquí se cuenta con un espacio de 6,20 m x 3,40 m, y al igual que en la etapa de evisceración se utiliza una plataforma que ayude tener un mejor corte evitando lastimar a la canal.

Área de Codificación

Aquí se realiza el etiquetado y el sello de trazabilidad de las reses para un mejor control y para poder saber exactamente la procedencia de cada res. Se lleva a cabo en un área de 6,20 m x 2,90 m.

Área de Lavado

Esta es una etapa bastante rápida pero al mismo tiempo no menos importante se realiza en un espacio de 3,60 m x 2,80 m y se realiza mediante espray o manualmente.

Área de Frigoríficos

Esta parte es muy importante ya que de esta depende que la calidad de la carne sea la mejor, se requiere suficiente espacio para que el aire circule y sea una refrigeración homogénea. El área total de esta cámara es de 13,90 m x 17,40 m. y la longitud total de las líneas de transportación es de 85,71 m la capacidad de los rieles es de 3 medias reses por cada metro.

Baños y casilleros de personal de planta

Aquí se cuenta con dos áreas para uso del personal de planta en las cuales cuentan con baterías sanitarias y casilleros, permitiendo de esta manera un mejor control del personal en el correcto uso de las prendas para los procesos, la dimensión del área de casilleros es de 7,73 m x 2,87 m, y el área de las baterías sanitarias tiene unas dimensiones de 7,65 m x 2,87 m.

Área Administrativa

Esta parte de la infraestructura se separa en 3 departamentos, área de gerencia, sala de sesiones, cuarto para suministros, baño y recepción. Cada departamento cuenta con un área de 4,60 m x 8,40 m y estos son Departamento de Producción y Control de Calidad, Departamento de Finanzas y Departamento de Recursos Humanos,

logrando que en cada uno de estos se puedan distribuir de 3 a 4 escritorios dependiendo de las necesidades requeridas. La gerencia general cuenta con un área de 8,40 m x 6,90 m y este cuenta con dos escritorios, una mesa central y un baño. La sala de sesiones tiene una dimensión de 7,00 m x 7,30 m. El área de suministros cuenta con un espacio de 4,50 m x 3,90 m. y el baño para el personal administrativo tiene un área de 2,50 m x 3,90 m. Así mismo se cuenta con un cuarto para suministros de oficina de 4,50 m x 4,03 m.

Otras Áreas

Lavandería

Ya que todos los procesos de faenamiento requieren trabajo manual y estar cerca de los animales los uniformes y mandiles se ensucian muy rápido por lo cual se requiere un área de lavandería, esta tiene unas dimensiones de 8,50 m x 2,90 m.

Enfermería

Debido a que se trabaja con equipos peligrosos se requiere un área de enfermería donde se puedan atender emergencias y dar los primeros auxilios necesarios en caso de algún accidente el área cuenta con un espacio de 5,38 m x 3,20 m.

Bodega

En este lugar se guardarán repuestos de equipos y otros insumos que se usan con frecuencia en el faenamiento de las reses, el área con la que se cuenta es de 4,79 m x 3,20 m.

Todas las áreas antes mencionadas, y detalladas se encuentran en la parte de anexos. (Plano # 1).

CAPITULO 4

4. TRATAMIENTOS DE RESIDUOS

4.1. Aguas Residuales

En esta parte de proceso se tomará en cuenta el siguiente esquema:

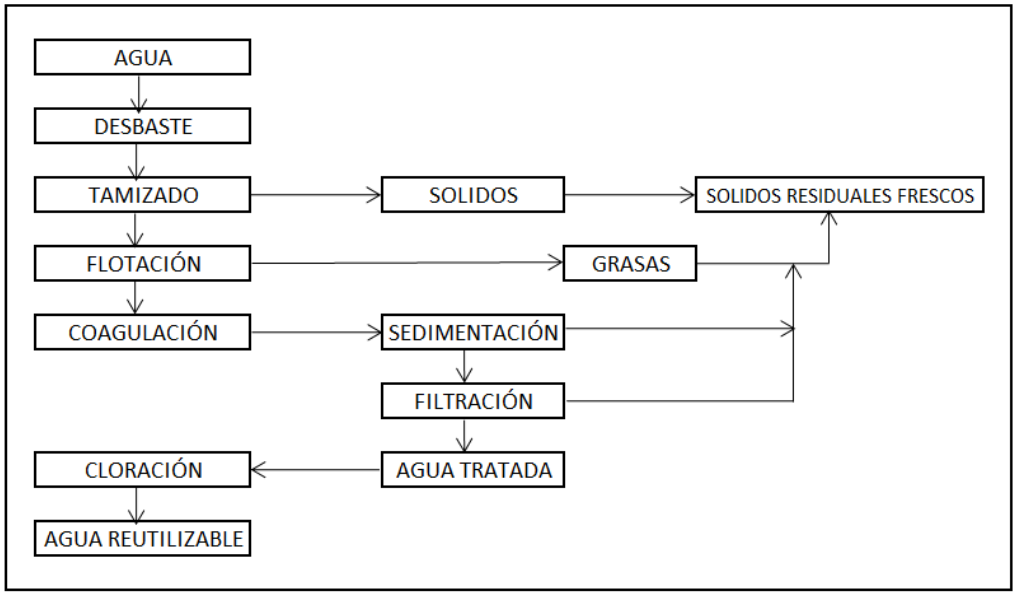


FIGURA 4.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Fuente: Carlos Moncayo, 2009.

Desbaste

Consiste en la retención de los sólidos más gruesos, como plásticos, trapos, etc., que han podido caer en la red de saneamiento de aguas residuales. El desbaste tiene por objeto:

- Proteger a la estación de la posible llegada intempestiva de grandes objetos capaces de provocar obstrucciones en las distintas unidades de la instalación.
- Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua bruta, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos siguientes, o complicar la realización de los mismos.

Según la separación de los barrotes de las rejas se distingue entre: pre desbaste (separación de 50 a 100 mm), desbaste medio (de 10 a 25 mm) y desbaste fino (de 3 a 10 mm).

Tamizado

Consiste en la separación de sólidos finos, la rejilla de finos tiene aberturas inferiores a los 5 mm, siendo la abertura más utilizada en mataderos de entre 1 y 2 mm.

Los sólidos separados en esta etapa son orgánicos, haciendo posible la venta de estos a otras industrias encargadas de elaboración de harinas.

Flotación

Las aguas de matadero contienen una gran cantidad de grasas, que van a crear numerosos problemas en la depuración, especialmente en los elementos y procesos siguientes:

- En rejillas finas van a causar obstrucciones aumentando los gastos de mantenimiento
- La DQO en mataderos se incrementa de un 8 a un 15% por las grasas contenidas en los vertidos.

La solución para evitar la existencia de grasas en las aguas de vertido es la instalación de cámaras de desengrasado.

En el caso de los mataderos, la técnica más empleada para la separación de grasas es la flotación por medio de trampas de grasa.

Las trampas de grasa son un sistema totalmente diseñado y construido para separar la grasa y aceite de las aguas residuales. Dicha grasa y aceites así separados, quedan atrapados dentro del tanque de acero inoxidable dejando pasar por el sistema el agua sin estos residuos. Se basa en la flotación ya que las grasas son más densas que el agua y luego son retiradas con rejillas.

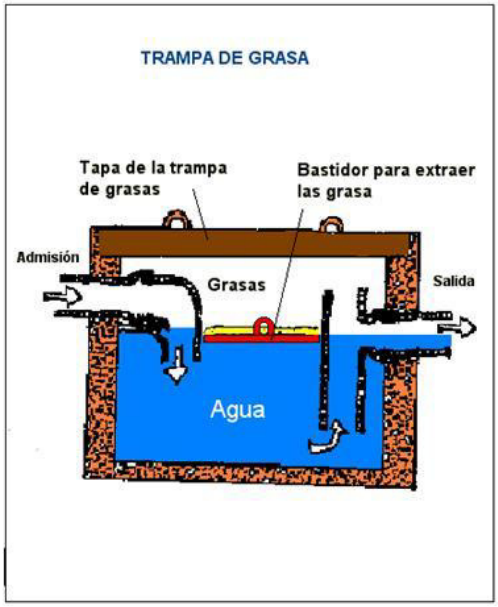


FIGURA 4.2 TRAMPA DE GRASA

Fuente: Tecnologías de Mataderos, 2004

Depuración Físico-Química

La mayor parte de las sustancias en suspensión y disolución en las aguas residuales no pueden retenerse, por razón de su finura o densidad, en las rejas y tamices ni tampoco por flotación por ser más pesadas que el agua.

El tratamiento primario o fisicoquímico consiste esencialmente en la incorporación de ciertas sustancias, coagulantes y floculantes al agua con el fin de facilitar la sedimentación de la materia coloidal del agua.

El tratamiento primario de las aguas residuales puede utilizarse como operación única de un proceso de depuración si las condiciones de

vertido al cauce lo permiten o como parte del proceso de depuración de las aguas residuales.

En el caso de los mataderos, donde las aguas son altamente biodegradables, se aconseja que esta técnica vaya seguida de un tratamiento secundario, proceso biológico, ya que para obtener unos correctos parámetros de depuración con un único tratamiento físico-químico se necesitaría una gran cantidad de reactivos y de mano de obra que harían que la instalación tuviese unos costes de explotación muy elevados, además hay parte de la materia orgánica que no puede eliminarse por un tratamiento físico-químico.

Fundamentos de la depuración físico-química

Para permitir la separación de la materia coloidal del agua en condiciones de velocidad satisfactorias es necesario aglomerar los coloides para formar partículas de mayor tamaño.

Este proceso tiene lugar de la siguiente forma:
Una desestabilización de las partículas coloidales, se consigue con la adición de reactivos químicos (coagulantes), que van a neutralizar las cargas eléctricas de estas partículas.

Una aglomeración de los coloides descargados, formando flocules capaces de ser retenidos y eliminados en una fase posterior del

tratamiento de las aguas. Para favorecer la formación de los flóculos se añaden reactivos químicos llamados floculantes.

En los flóculos formados, también queda retenida parte de materia orgánica y bacterias, consiguiéndose de esta forma una reducción de la DBO y por tanto una cierta depuración biológica.

Una vez formados los flóculos deben separarse y eliminarse, este procedimiento puede realizarse por filtración, sedimentación o flotación.

Coagulantes y floculantes

Los coagulantes son sustancias químicas capaces de neutralizar la carga de los coloides, generalmente electronegativa, presentes en el agua, para permitir la formación de un precipitado.

La acción del coagulante va a depender de la valencia del ion, que debe tener una carga opuesta a la de las partículas.

Las sustancias coagulantes más empleadas son las sales de hierro y aluminio, como el sulfato de aluminio, cloruro férrico, cloro sulfato férrico, sulfato ferros.

A la hora de adicionar un coagulante se deberá tener presente la posible modificación de las características físico-químicas de las

aguas (pH, conductividad), sobre todo si después del tratamiento primario se va a realizar una depuración biológica

La acción coagulante de las sales se debe a la hidrólisis que sigue a su disolución. Por ello es habitual dosificar junto con la sal un agente alcalino, que favorezca la formación del hidróxido.

Los floculantes son sustancias químicas que van a favorecer la formación del flóculo, aumentando su volumen, su peso y su cohesión. Como floculantes pueden emplearse floculantes minerales como la sílice activada, que han sido muy utilizados sobre todo para asociarse con las sales de aluminio.

No es posible recomendar un floculante en concreto, ya que la eficacia de uno u otro tipo van a depender de cada caso particular.

Tratamiento y Eliminación de Fangos

El principal subproducto generado en una planta depuradora de aguas residuales son los fangos o lodos, tanto primarios como secundarios.

Ambos fangos son conducidos a una línea de tratamiento de fangos, que tiene únicamente el objetivo de reducir su contenido de agua, con el fin de minimizar el volumen final a gestionar.

Estabilización

Los fangos producidos en la depuración de las aguas residuales constituyen una concentración de la contaminación de las aguas y, en consecuencia, contienen microorganismos, elementos orgánicos, etc., dispuestos a producir fermentaciones, provocando olores desagradables. Los sistemas más empleados de estabilización son la estabilización con cal, la digestión aerobia y la digestión anaerobia.

Estabilización con cal

En este caso se añade cal al fango, en cantidad suficiente, hasta alcanzar un valor de pH superior o igual a 12. Este alto valor de pH va a crear un entorno no adecuado para la supervivencia de los microorganismos, y en consecuencia, el fango no sufrirá putrefacción ni desprenderá olores en tanto que el pH se mantenga a ese nivel, ya que con la cal no se consigue destruir la materia orgánica, por tanto, en cuanto vuelvan a alcanzarse valores de pH próximos a 7, puede activarse la reproducción bacteriana.

Acondicionamiento

Una vez concentrados los fangos, éstos siguen teniendo una proporción muy alta de agua, en el caso de mataderos con tratamiento biológico del orden del 97-98%, por lo que para conseguir fangos

transportables o manejables mecánicamente será necesario realizar una deshidratación complementaria.

El acondicionamiento de los fangos puede realizarse por medio de un tratamiento térmico o por floculación química.

En cualquier caso un acondicionamiento adecuado del fango es la base principal para el buen funcionamiento de la planta de deshidratación.

Filtros prensa

Consisten en un cierto número de bandejas que están colocadas sobre unas guías para garantizar la alineación, siendo sometidas todas juntas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre un extremo fijo y uno móvil.

Entre las bandejas se colocan membranas filtrantes. El fango es introducido mediante conductos, llegando a través de los orificios en las bandejas a los huecos entre las mismas, quedando entre las dos membranas filtrantes, de forma que al ejercer una presión lo suficientemente elevada (de 6 a 30 kg/cm^2) se consigue separar el agua que se filtra por los poros de la membrana, quedando el fango retenido.

FIGURA 4.3 FILTRO PRENSA

Fuente: Tecnologías de Mataderos, 2004

Aprovechamiento de fangos

La principal vía de aprovechamiento en el caso de fangos de matadero es su aplicación al terreno, puede aprovecharse su alto contenido en materia orgánica y nutriente (nitrógenos, fósforo, etc.) para su aprovechamiento agrícola.

Cloración

Es el Procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro, pero normalmente se emplea hipoclorito de sodio por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación. En el caso del matadero el agua tratada tendrá dos situaciones, la eliminación de estas a los

alcantarillados y la reutilización del agua en el matadero. En ambos casos deberá tener un nivel de cloro necesario para evitar contaminaciones. El agua destinada a verter en alcantarillado deberá tener un valor de cloro de 1 – 2 ppm, y si el agua es usada para limpieza del matadero se requiere un valor de 50 ppm [3].

4.2. Manejo de residuos sólidos

La mayoría de los residuos sólidos que se obtiene de un matadero son utilizados en distintos procesos, los huesos, pezuñas, intestinos y material fecal que se eliminan de los procesos de faenado, son utilizados en técnicas alternas para la obtención de harinas y balanceados para alimentación de otros animales.

Existen fábricas que se encargan de captar todos estos productos evitando de esta manera que el matadero a diseñarse, tenga que contar con un proceso para esto, evitando la inversión en equipos. Estos procesos no siempre son los más rentables si es que la producción no se dedica directamente a la elaboración de balanceados y otros.

La manera de tratar estos residuos es por medio de tinas de acero inoxidable en donde se depositan hasta que sean retirados o eliminados, evitando contaminación, y que algún material sea usado.

Adicionalmente, los residuos sólidos frescos obtenidos en la etapa de aguas residuales son también usados para procesos alternos como la elaboración abonos agroindustriales.

CAPITULO 5

5. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE EQUIPOS

Luego del diseño de toda la infraestructura no se considerará en este análisis de costos los rubros destinados al diseño de la nave de carnización ni el terreno para el desarrollo de la infraestructura, esto se debe a que aunque se escogió Balzar como punto apropiado para su desarrollo, esto dependerá de la ubicación final que se quiera dar al proyecto.

5.1. Área de procesos

Una vez analizadas las capacidades efectivas y la producción promedio, tomando en cuenta que se trata de un matadero de mediana capacidad se requiere cierta cantidad de equipos.

Entre requerimientos se toma por ejemplo:

- 180 metros para carriles de transportación
- 300 unidades de ganchos para izado de las canales
- 20 unidades de cuchillos

TABLA 6

PRECIOS DE EQUIPOS USADOS EN EL CAMAL PROPUESTO

ITEM	EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Cámara de atronamiento	1	$ 3.000,00	$ 3.000,00
2	Pistola neumática	1	$ 9.000,00	$ 9.000,00
3	Sierra eléctrica esternón	1	$ 6.000,00	$ 6.000,00
4	Sierra corte media res	1	$ 14.000,00	$ 14.000,00
5	Máquina desolladora	1	$ 9.000,00	$ 9.000,00
6	Metros de carriles de Transportaciór	180	$ 110,00	$ 19.800,00
7	Ganchos	300	$ 25,00	$ 7.500,00
8	Cuchillos	20	$ 5,00	$ 100,00
9	Bombas de agua	2	$ 400,00	$ 800,00
10	Tina de sangrado	1	$ 5.000,00	$ 5.000,00
11	Caldero	1	$ 7.000,00	$ 7.000,00
	Gastos Equipos		$ 53.540,00	$ 81.200,00

Fuente: Carlos Moncayo, 2009

Tomando en consideración que es la implementación de una nueva línea de proceso, la inversión inicial va a ser bastante elevada, pero de la misma manera como las capacidades de los equipos son superiores a lo requerido por el momento, si existe un incremento de producción luego de cierto tiempo de funcionamiento se podrá cumplir con estas demandas.

Todos los equipos usados para la implementación de este camal, se encuentran en el mercado local, permitiéndonos tener repuestos y los equipos con poco tiempo de espera, evitando pérdidas de producción.

5.2. Área de Administrativa

Dentro de lo requerido para el buen funcionamiento del camal se requiere de un área administrativa, la cual permita tener un control adecuado de los requerimientos necesarios de producción y de todo lo relacionado con el área financiera de la misma.

TABLA 7

PRECIOS DE EQUIPOS USADOS EN EL ÁREA ADMINISTRATIVA

Item	Rubro	Cant.	Precio	
			Unitario	Subtotal
1	Escritorios	$ 12,00	$ 90,00	$ 1.080,00
2	Sillas	$ 14,00	$ 15,00	$ 210,00
3	Anaqueles	$ 8,00	$ 62,00	$ 496,00
4	Aire Acondicionado central	$ 1,00	$ 8.000,00	$ 8.000,00
5	Computadores	$ 12,00	$ 642,00	$ 7.704,00
6	Teléfonos	$ 5,00	$ 23,00	$ 115,00
7	Archivadores	$ 5,00	$ 30,00	$ 150,00
8	Copiadora	$ 1,00	$ 600,00	$ 600,00
TOTAL				$ 18.355,00

Fuente: Carlos Moncayo, 2009

5.3. Sistema de Refrigeración

Luego de calcular las cargas a eliminar en las áreas de proceso y de la cámara de refrigeración se llegan a la conclusión los siguientes precios.

5.3.1. Área de Procesos

Ya que en el área de procesos se requiere un ambiente fresco entre temperaturas de 20°C, el sistema de refrigeración debe implementarse por medio de una central de aire, logrando dos renovaciones de aire por cada hora de proceso, de esta manera las canales logran tener una temperatura adecuada antes de ingresar a las cámaras de refrigeración, haciendo más rápido llegar a las temperaturas requeridas.

TABLA 8
PRECIO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL ÁREA DE PROCESOS

Item	Rubro	Precio	
		Unitario	Subtotal
1	Unidad condensadora con compresor y evaporador		
2	Accesorios: termostatos, válvulas, tuberías, rejillas de salida y de retorno.		
3	Materiales: aislantes, tableros de control y sistema eléctrico.		
4	Mano de Obra		
TOTAL			$ 8.500,00

Fuente: Ingeniería en Climatización AC TECH S.A., 2009.

5.3.2. Cámara de Refrigeración

Aquí se logra obtener un valor de la implementación, de acuerdo a las dimensiones de la cámara, temperaturas a alcanzar de 0°C y las cargas necesarias a eliminar.

TABLA 9

PRECIO DE CÁMARA FRIGORÍFICA

Item	Rubro	Precio	
		Unitario	Subtotal
1	Unidad condensadora con compresor y evaporador.		
2	Paneles: paredes, pisos, techo y puerta.		
3	Accesorios: termostatos, válvulas, tuberías, lámparas.		
4	Materiales: aislantes, tableros de control y sistema eléctrico.		
5	Mano de obra		
TOTAL			$ 12.500,00

Fuente: Ingeniería en Climatización AC TECH S.A., 2009.

5.4. Inversión Total

Luego de analizar los costos requeridos para poder determinar la inversión inicial para poner en funcionamiento este proyecto, se llega a la conclusión de los siguientes rubros.

TABLA 10

INVERSIÓN TOTAL

Rubro	Precio
Área de Procesos	$85.700,00
Área Administrativa	$18.355,00
Sistema de Refrigeración	$8.500,00
Cámara Frigorífica	$12.500,00
TOTAL	$125.055,00

Fuente: Carlos Moncayo, 2009

CAPITULO 6

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Con el diseño de este matadero, se logra entregar una propuesta para un adecuado faenamiento de las reses, previniendo así que estas se estresen evitando una mala calidad en la carne al final y dejando de lado el maltrato animal.

2. En base al análisis de ubicación y considerando las provincias costeras de mayor actividad ganadera, se concluye que la zona de Balzar sería la más conveniente para llevar a cabo este proyecto.

3. Tomando en consideración los aportes calóricos de los diversos factores que participan en las áreas refrigeradas se estima que la cantidad total de calor a ser removida será aproximadamente de 9862.963 Watts para el área de proceso y de 57.352,75 Watts para la cámara de almacenamiento.

4. Con la estimación de costos se logró determinar, de acuerdo a las necesidades del diseño, un costo aproximado de $125.055 lo que será la inversión en costos de equipos.

5. El diseño y los equipos propuestos permitirán el aumento de la capacidad del matadero en caso de requerirlo, para lo cual sería necesario únicamente incorporar una cámara de refrigeración de mayor capacidad.

RECOMENDACIONES

1. Para mantener el nivel de calidad de la producción se recomiendan cursos en los cuales se impartirán BPM a los trabajadores para que la calidad comience desde ellos.

2. Es necesario tener una limpieza de todas las áreas y con esto poder cumplir con estándares de calidad altos.

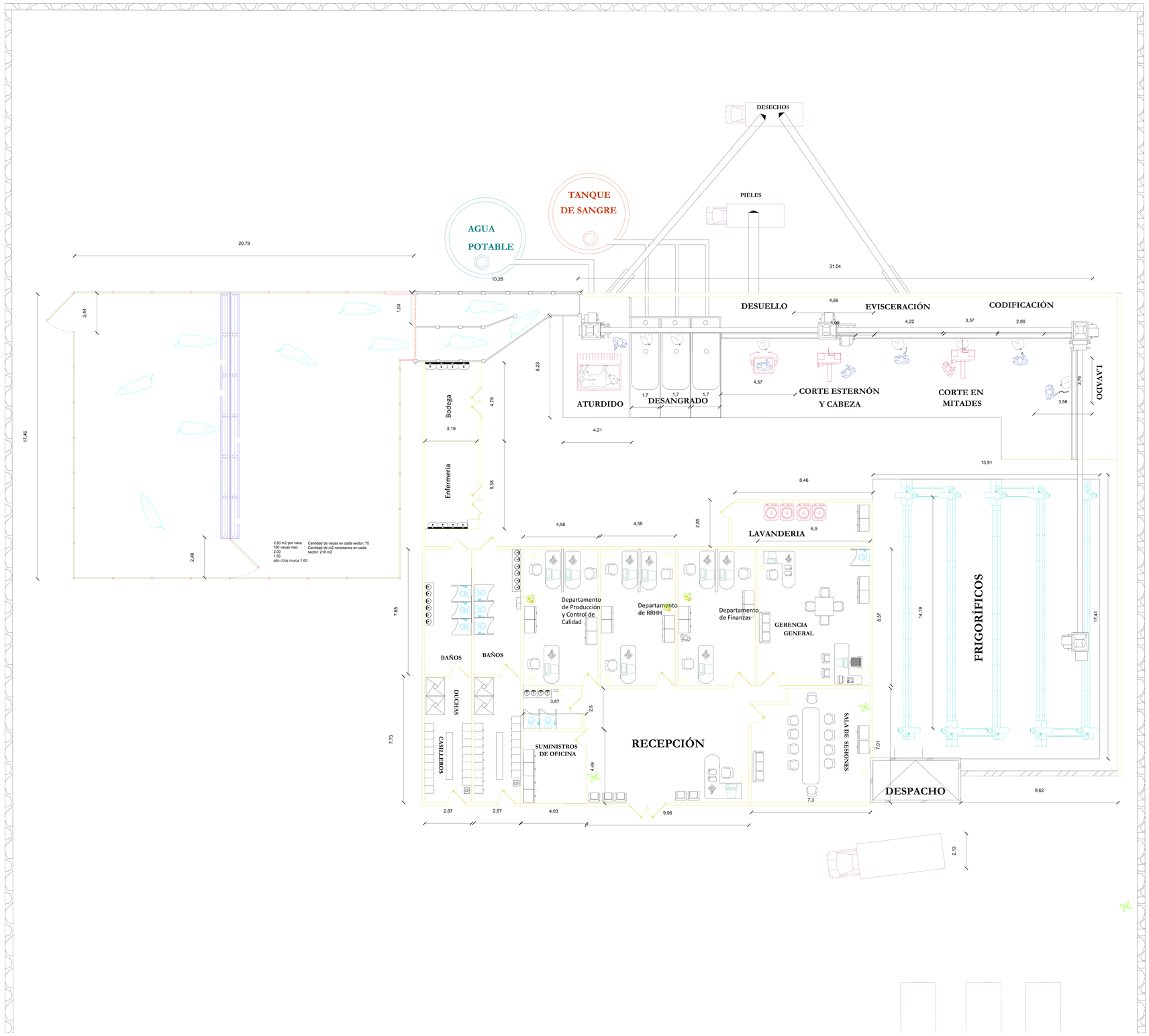
3. Una parte muy importante del proceso es la trazabilidad que se le debe dar a cada res que entra a los establos, siguiendo su proceso y continuando luego en las cámaras de refrigeración, de esta manera evitamos que exista algún inconveniente con su procedencia.

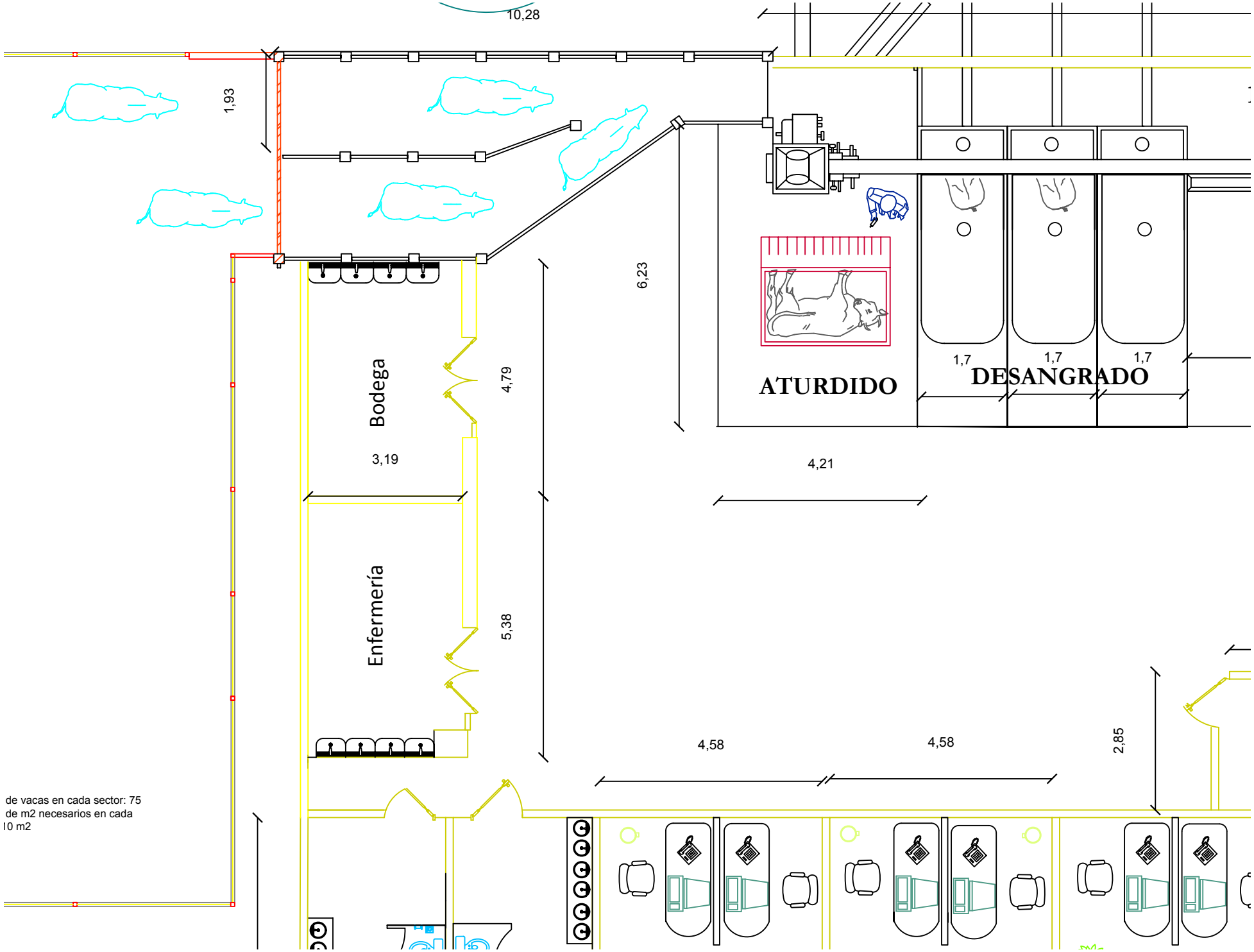
4. Como es material orgánico el que se elimina en las diferentes partes del proceso, con el correcto tratamiento que se le dé a estos residuos se lograría obtener un ingreso extra, por ejemplo en el tratamiento de los residuos sólidos se podría desarrollar una pequeña planta para la elaboración de harinas o balanceados.

ANEXOS

PLANO # 1

PLANO GENERAL DEL PROYECTO


DESECHOS
PIELES
TANQUE DE SANGRE
AGUA POTABLE
20,79
10,28
31,54
DESUELLO
EVISCERACIÓN
CODIFICACIÓN
4,89
1,09
4,22
3,37
2,86
LAVADO
2,76
3,56
ATURDIDO
DESANGRADO
1,7
1,7
1,7
4,57
CORTE ESTERNÓN Y CABEZA
CORTE EN MITADES
6,23
4,21
13,91
2,44
1,93
17,46
2,48
Bodega
4,79
3,19
Enfermería
5,38
8,46
4,58
4,58
2,85
LAVANDERIA
6,9
2,80 m2 por vaca
150 vacas max
2,00
1,50
alto d los muros 1,60
Cantidad de vacas en cada sector: 75
Cantidad de m2 necesarios en cada sector: 210 m2
7,65
7,73
BAÑOS
BAÑOS
DUCHAS
CASILLEROS
Departamento de Producción y Control de Calidad
Departamento de RRHH
Departamento de Finanzas
GERENCIA GENERAL
3,87
2,5
SUMINISTROS DE OFICINA
4,49
RECEPCIÓN
SALA DE SESIONES
7,3
7,01
8,37
14,19
FRIGORÍFICOS
17,41
DESPACHO
9,62
2,87
2,87
4,03
9,96
2,13


10,28
1,93
6,23
ATURDIDO
DESANGRADO
1,7
1,7
1,7
Bodega
4,79
3,19
4,21
Enfermería
5,38
4,58
4,58
2,85
de vacas en cada sector: 75
de m2 necesarios en cada
10 m2

BIBLIOGRAFÍA

[1]. Chambers, P. “Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado”. FAO. www.fao.org/DOCREP/005/x6909S/x6909s00.htm, Noviembre, 2008.

[2]. Gracey, J. *Mataderos Industriales*. Acribia, S.A., Zaragoza, España, 2001.

[3]. Vásquez, R, Vanaclocha, A. *Tecnologías de Mataderos*. Mundi-Prensa Libros, Madrid, España, 2004.

[4]. Veall, Frederick. “Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo”. FAO. http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/T0566S00.htm#TOC, Noviembre 2008.

[5]. “Mapas Temáticos”. INEC. http://190.95.171.13:8080/website/MAPAS_TEMATICOS/index1.html?doAsUserId=W9NEZWtSVLU%253D, Diciembre 2008.

[6]. “Provincia del Guayas”. Gobierno Provincial del Guayas. http://www.guayas.gov.ec/institucion.php. Diciembre 2008.