

DISEÑO INTEGRAL DEL CENTRO DE FAENADO MUNICIPIO DE CÓRDOBA

LIZBETH SULEYMA LOPEZ BENAVIDES

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2009

DISEÑO INTEGRAL DEL CENTRO DE FAENADO MUNICIPIO DE CÓRDOBA

LIZBETH SULEYMA LÓPEZ BENAVIDES

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Civil

DIRECTOR,  
RUBY ALICIA CRIOLLO MARTINEZ  
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2009

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y Conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del Autor”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Presidente de Tesis**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**San Juan de Pasto, Noviembre de 2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Ingeniera Ruby Alicia Criollo Martínez, gracias por su apoyo, dedicación y empeño que me permitieron culminar mi carrera y proyecto con notoriedad; de igual modo al ingeniero Guillermo Muñoz Ricaurte, el cuerpo de docentes del departamento de Ingeniería civil, que contribuyeron en mi formación profesional y personal.

A mis Padres Carlos y Stella; mis hermanos Wilmer y Julieth por su apoyo, compromiso, sacrificio y entrega.

A mi Tía Gladys quien me acompañó con amor y paciencia durante toda mi carrera y a quien le debo gran parte de este logro.

A Fredy Rojas mi esposo, Ing. Iván Guerrero, Ing. Mario López, quienes me apoyaron de manera incondicional en la culminación de mi proyecto de grado.

A Dios, con todo mi amor, sea a El toda la gloria y el loor; a mi hija Sahely, mi preciosa te amo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	24
1. DISEÑO INTEGRAL DEL CENTRO DE FAENADO MUNICIPIO DE CÓRDOBA .....	25
2. ASPECTO TEÓRICO .....	26
2.1 DATOS HISTÓRICOS .....	26
2.1.1 Evolución alimenticia del ser humano.....	26
2.1.2 Introducción de producto cárnico a Colombia.....	27
2.1.3 Desde Guayaquil al suroccidente de Colombia .....	27
2.2 ASPECTO CONCEPTUAL .....	30
2.2.1 Concepto centro de faenado.....	30
2.2.2 Servicios proporcionados en un centro de faenado .....	31
2.2.3 Categorías de centros de faenado.....	31
2.2.4 Principios generales para el diseño de centros de faenado.....	32
2.2.5 Matanza y preparación de la carne.....	33
2.2.6. Instalaciones de enfriamiento y refrigeración.....	33
2.2.7 Inspección ante y post-mortem .....	34
2.2.8 Instalaciones auxiliares.....	35
2.2.9 Seguridad higiénica y sanitaria de los centros de faenado .....	35
2.2.10 Análisis de peligros y puntos críticos de control.....	36
2.2.11 Control integrado de plagas .....	36
2.2.12 Manejo de residuos líquidos y sólidos .....	37
2.2.13 Manejo de emisiones atmosféricas.....	37
2.2.14 Calidad de agua.....	37
2.2.15 Operaciones sanitarias .....	37

2.2.16 Personal manipulador .....	37
2.2.17 Programas complementarios .....	37
2.2.18 Laboratorios .....	38
2.2.19 Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento .....	38
2.3 CONDICIÓN ACTUAL DE LOS MATADEROS EN COLOMBIA.....	38
2.4 ASPECTOS PARA LA UBICACIÓN DEL CENTRO DE FAENADO .....	40
2.4.1 Aspecto urbano.....	40
2.4.2 Aspecto ambiental .....	40
2.4.3 Aspecto arquitectónico.....	41
2.5 LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL EN EL MANEJO DE UN CENTRO DE FAENADO.....	46
2.5.1 Centro de faenado municipal como servicio público .....	46
2.5.2 Rol del operador del centro de faenado .....	46
3. MARCO REAL.....	48
3.1 MUNICIPIO DE CORDOBA.....	48
3.2 FINALIDAD, ORGANIZACIÓN DEL CENTRO DE FAENADO .....	49
3.3 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO.....	49
3.4 DEPARTAMENTO DE SACRIFICIO Y DESTACE .....	50
3.5 SELECCION DEL TIPO DE CENTRO DE FAENADO.....	52
3.6 VOLUMEN ACTUAL DE SACRIFICIO.....	53
3.7 CONSUMO DE CARNE.....	54
3.6.1 Estadística de demanda proyectada.....	55
3.7 SELECCIÓN DEL TERRENO.....	55
3.7.2 Características del terreno .....	56
3.7.3 Uso del suelo .....	57
3.7.4 Relación con el contexto urbano.....	58

4. MARCO REFERENCIAL.....	59
4.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANEJO DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	59
4.2 RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES ASOCIADOS CON CENTROS DE FAENADO.....	61
4.3 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	61
4.3.1 Salud ocupacional y condiciones de trabajo .....	62
4.3.2 Medidas para evitar la exposición a agentes biológicos y al ruido.....	62
4.3.3 Medidas para evitar problemas musculares.....	62
4.3.4 Seguridad ocupacional.....	62
4.4 NORMATIVAS SANITARIAS Y AMBIENTALES.....	63
4.4.1 Normativas sanitarias .....	63
4.5 RIESGOS SANITARIOS CAUSADOS POR CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS .....	66
4.5.1 Física .....	66
4.5.2 Química.....	66
4.5.3 Microbiológicas .....	66
4.5.4 Alteraciones de los alimentos .....	66
4.5.6 Forma de destace .....	67
4.6 CALIDAD DE TRANSPORTE DE LAS RESES .....	67
4.7 NORMATIVAS AMBIENTALES .....	68
4.7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .....	69
4.7.1 Elementos que deben considerarse en un EIA para un centro de faenado:	69
4.7.2 Descripción del proyecto.....	69
4.7.3. Análisis de actividades impactantes .....	70
4.7.4 Medidas de mitigación .....	70

4.8 INSTALACIONES DE ENFRIAMIENTO Y REFRIGERACIÓN .....	70
4.8.1 Almacenamiento no refrigerado .....	71
4.8.2 Conservación y almacenamiento por refrigeración .....	71
4.8.3 Duración de la carne en almacén .....	72
5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS.....	73
5.1 MARCO TEORICO .....	73
5.1.1 Pre-tratamiento .....	73
5.1.2 Tratamiento primario .....	74
5.1.3 Tratamiento secundario .....	74
5.1.3 Re-uso de aguas residuales .....	75
5.1.4 Tratamiento de aguas residuales por humedales artificiales .....	76
6. TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS .....	89
6.1 COMPOSTAJE .....	89
6.2 PROPIEDADES DEL COMPOST .....	89
6.3 LAS MATERIAS PRIMAS DEL COMPOST .....	89
6.4 FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE .....	90
6.4.1 Temperatura .....	90
6.4.2 Humedad .....	90
6.4.3 pH .....	90
6.4.4 Oxígeno .....	90
6.4.5 Relación C/N equilibrada .....	90
6.4.6 Población microbiana.....	91
6.5 EL PROCESO DE COMPOSTAJE .....	91
6.5.1 Mesolítico.....	91
6.5.2 Termofílico .....	91

6.5.3 Enfriamiento.....	91
6.5.4 Maduración .....	92
6.6 FABRICACIÓN DE COMPOST .....	92
6.6.1 Compostaje en montón.....	92
7. ANÁLISIS Y PROCESO DE DISEÑO.....	94
7.1 PREMISAS DE DISEÑO.....	94
7.1.1 Premisas ambientales.....	94
7.1.2 Premisas urbanas .....	95
7.1.3 Premisas funcionales .....	95
7.1.4 Premisas constructivas .....	96
7.1.5 Premisas espaciales .....	97
7.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	97
7.2.1 Ambientes para una planta de beneficio animal de régimen especial .....	97
7.3 HERRAMIENTAS PRINCIPALES.....	99
7.4 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO Y DIAGRAMACIÓN.....	100
7.5 MATRICES DE DIAGNÓSTICO .....	101
7.6 DIAGRAMA DE RELACIONES.....	106
7.6.1 Área faenado bovinos .....	106
7.6.1 Área faenado bovinos .....	106
8. CONCLUSIONES .....	108
RECOMENDACIONES.....	109
BIBLIOGRAFIA .....	111
ANEXOS.....	113

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1, Población para córdoba, Nariño.....	52
Tabla 2. Proyección población 2018.....	53
Tabla 3. Proyección población 2033.....	53
Tabla 4. Volumen de Especie Sacrificada .....	54
Tabla 5. Consumo de carne por habitante.....	54
Tabla 6. Consumo a nivel municipal del 2005 .....	54
Tabla 7. Demanda proyectada de ganado bovino y porcino.....	55
Tabla 8. Normatividad Ambiental.....	64
Tabla 9. Duración de la carne en almacén .....	72
Tabla 10. Remociones tratamiento secundario.....	75
Tabla 11. Funciones de los componentes de un humedal.....	81
Tabla 12. Características material granular .....	82
Tabla 13. Reglamentación en cuanto al aprovechamiento y afectación de los recursos naturales. ....	83
Tabla 14. Herramientas .....	99
Tabla 15. Programa de necesidades .....	100
Tabla 16. Matriz Área exterior.....	101
Tabla 17. Matriz Área mantenimiento .....	102
Tabla 18. Matriz Área de bovinos .....	103
Tabla 19. Matriz Área de porcinos .....	104
Tabla 20. Matriz Áreas comunes .....	105
Tabla 21. Porcentajes establecidos para valoración de la matriz de selección. ..	134
Tabla 22. Comparativo de los procesos de tratamiento.....	137
Tabla 23. Matriz de Selección.....	138
Tabla 24. Calculo de caudal .....	141

Tabla 25. Caracterización afluente .....	141
Tabla 26. Dimensiones Trampa de Grasas .....	143
Tabla 27. Criterios para humedales de flujo Subsuperficial .....	144
Tabla 27. Estiércol .....	149
Tabla 28. Rumen .....	150
Tabla 29. Sangre .....	150
Tabla 30. Volumen a Compostar .....	150
Tabla 31 Mezcla para compostaje .....	153
Tabla 32. Diseño de pilas .....	153
Tabla 33. Calculo del Consumo .....	158
Tabla 34. Calculo de unidades de consumo .....	159
Tabla 35. Calculo de caudales.....	161
Tabla 36. Prediseño de diámetros .....	162
Tabla 37. Longitudes equivalentes .....	162
Tabla 38. Cálculo de presiones definitivas.....	163
Tabla 39. Unidades de Descarga por aparato .....	164
Tabla 40. Capacidad según el diámetro del tubo.....	165
Tabla 41. Capacidad del tubo según la pendiente .....	165
Tabla 42. Desagües de aguas residuales.....	166
Tabla 43. Cuadro de cargas .....	194

## LISTA DE IMAGENES

	pág.
Imagen 1. Cadena de la Carne Bovina .....	29
Imagen 2: Vista aérea terreno.....	55
Imagen 3. Terreno curvas de nivel.....	56
Imagen 4: Rejillas Inclinas .....	73
Imagen 5: Esquema del tratamiento primario .....	75
Imagen 6. Humedal de flujo superficial .....	76
Imagen 7. Humedal de flujo subsuperficial .....	77
Imagen 8. Características de un humedal de flujo subsuperficial .....	78
Imagen 9. Humedal en construcción.....	87
Imagen 10. Pilas de compost.....	92

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. ENCUESTA TERCENAS .....	114
ANEXO B. ESTUDIO DE SUELOS.....	115
ANEXO C. SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	134
ANEXO D. CALCULO TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL .....	140
ANEXO E. DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE.....	148
ANEXO F. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS .....	157
ANEXO G. SISTEMAS DE DESAGÜES.....	164
ANEXO H. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	167
ANEXO I. INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	194

## LISTA DE PLANOS

	Pág.
PLANO 1. Levantamiento topográfico.....	195
PLANO 2. Diseño planta general .....	196
PLANO 3. Diseño arquitectónico planta.....	197
PLANO 4. Diseño arquitectónico fachada.....	198
PLANO 5. Diseño instalaciones hidraulicas.....	198
PLANO 6. Diseño instalaciones sanitarias.....	200
PLANO 7. Diseño estructural .....	201
PLANO 8. Detalles estructura metalica.....	203
PLANO 9. Diseño pretratamiento agua residual .....	203
PLANO 10. Diseño humedal de flujo subsuperficial.....	203
PLANO 11. Diseño planta de compostaje.....	204

## GLOSARIO

**ADSORCIÓN:** transferencia de una masa gaseosa, líquida o de material disuelto a la superficie de un sólido.

**AFLUENTE:** agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento.

**AGUAS RESIDUALES:** agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

**ANIMAL SOSPECHOSO:** el animal así marcado o separado de la línea de proceso, que se sospecha está enfermo o en condiciones que pudieran demandar un decomiso total o parcial al ser sacrificado, y está sujeto a un examen posterior al sacrificio por el Médico Veterinario encargado del matadero y de realizar la inspección higiénico-sanitaria, quien determinará su disposición final.

**ANIMALES DE ABASTO:** las especies bovina, porcina y aviar, de las que se extraen productos cárnicos, vísceras subproductos destinados al consumo humano, animal o uso industrial.

**ÁREAS DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS NO PROCESADOS:** área de la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Protección Social, responsable de la prevención y control higiénico-sanitario de los alimentos no procesados de origen agropecuario e hidrobiológico.

**ÁREAS DE PROCESAMIENTO:** ambiente del establecimiento en el cual se procesan alimentos, para consumo humano, animal o de uso industrial.

**ÁREAS EXTERIORES BÁSICAS:** comprende las diversas facilidades externas, el proceso de faenamiento, destace y otras, que persiguen un manejo adecuado de los animales, para asegurar una condición satisfactoria anterior al sacrificio.

**ÁREAS INTERIORES BÁSICAS:** comprenden las fases secuenciales a seguir en las etapas de sacrificio y faenamiento de animales de abasto para el logro de un producto cárnico inocuo y de calidad.

**ATURDIMIENTO:** bloqueo del sistema nervioso central, previo al sacrificio del animal de abasto, mediante la aplicación de un método aprobado no cruento denominado "Aturdidor" insensibilizándolo con el fin de evitarle sufrimiento, sin repercutir en la inocuidad y calidad de la carne.

**BIODEGRADACIÓN:** es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos.

**BIOPELÍCULA:** biopelícula o *biofilm* es un complejo de agregación de microorganismos, son comúnmente caracterizadas por adhesión a la superficie, heterogeneidad estructural, diversidad genética e interacciones complejas de comunidad.

**BIOPELÍCULA:** película biológica adherida a un medio sólido que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.

**CANAL:** el cuerpo del animal sacrificado desprovisto de la piel, pelos, cabeza, vísceras, patas y manos, con o sin riñones, dependiendo de la especie bovina o porcina. En el caso de las aves, es el cuerpo del animal sacrificado desprovisto de plumas y despojos no comestibles, que comprende el conjunto de: tráquea, pulmones, intestinos, bazo, pico y residuos provenientes del beneficio y corte del ave.

**CARGA DE DISEÑO:** producto del caudal por la concentración de un parámetro específico; se usa para dimensionar un proceso de tratamiento, en condiciones aceptable de operación. Tiene unidades de masa por unidad de tiempo (M/T).

**CARGA ORGÁNICA:** producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**CARGA SUPERFICIAL:** caudal o masa de un parámetro por unidad de área y unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento  $m^3/(m^2 \cdot \text{día})$ ,  $kg \text{ DBO}/(\text{Ha} - \text{día})$ .

**CARNE:** parte comestible, sana y limpia de la musculatura estriada esquelética, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasas, fibras nerviosas, vasos sanguíneos y linfáticos de las especies animales de abasto sacrificadas y autorizadas para consumo humano; sometidas a proceso de maduración, que comprende una serie de transformaciones irreversibles de carácter físico-químico de dicha musculatura.

**CERTIFICADO OFICIAL:** el Documento Oficial extendido por el Ministerio de agricultura, Ganadería y Alimentación y firmado por el Médico Veterinario autorizado o delegado por dicho Ministerio, para amparar el producto obtenido de los animales sacrificados en centros de faenado autorizados.

**CONCENTRACIÓN:** denomínese concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**CONTENIDO TOTAL DE SÓLIDOS:** usualmente expresado en porcentaje, indica la fracción del peso total de sólidos orgánicos en la mezcla acuosa.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO):** cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20°C). Mide indirectamente el contenido de la materia orgánica biodegradable.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):** medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**DEPOSITO DE CUERO:** ambiente destinado para el recibo y almacenamiento de los cueros obtenidos del faenamamiento de bovinos en el propio centro de faenado.

**DEPÓSITO DE SEBO (NO COMESTIBLE):** ambiente destinado para el depósito de sebo, producto de los excedentes grasos de las canales de los animales faenados en el propio matadero.

**DESTACE:** la división o corte de una canal, exceptuándose los cortes para la limpieza de la misma.

**DIGESTIÓN ANAEROBIA:** es oxidación de la materia orgánica y transformación en gas y lodos, en ausencia de aire, que se realiza en la naturaleza como parte de la cadena alimenticia de ciertos microorganismos (bacterias anaerobias).

**EFICIENCIA DE TRATAMIENTO:** relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el efluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**EFLUENTE:** subproducto de la digestión anaerobia el cual es una solución orgánica estabilizada que puede ser utilizada como fertilizante, para riego y piscicultura.

**EQUIPO RECHAZADO:** el equipo, local, áreas de trabajo, utensilios, ropa y/o material de empaque, que no satisfacen los requisitos sanitarios prescritos en los reglamentos vigentes.

**ESCALDADO:** es el proceso de calentamiento de la piel y pelaje de los porcinos a través de sumergirlos o empaparlos con agua a temperatura de cincuenta y cuatro a cincuenta y seis grados centígrados. (54 °C. a 56 °C.) Por un período de tres a cuatro minutos, con el propósito de facilitar el depilado y limpieza de la piel.

**ESTIÉRCOL LÍQUIDO:** es el orín de los animales que tiene un contenido de sólidos de menos de 3%. El orín se “lava” utilizando agua fresca o reciclada. Estos residuos también pueden utilizarse para la obtención de biogás en climas cálidos.

**ESTIÉRCOL:** son las heces fecales de los animales. En general el estiércol posee un contenido de sólidos de 8% a 25%, dependiendo del tipo de animal. Este puede ser mezclado con agua para ser alimentado al digestor en relación de 10 a 1.

**FAENAR:** proceso a que son sometidos los animales de abasto, después de haber sido sacrificados para la obtención de la canal.

**GRADO DE DIGESTIÓN:** este indica cuánto gas se obtiene en comparación con la producción potencial. La diferencia con el 100% indica qué cantidad de materia orgánica no ha sido procesada. En plantas de biogás sencillas, el grado de digestión alcanza alrededor del 50%. Esto significa que la mitad de residuos orgánicos queda sin aprovechar y salen como fertilizantes en el efluente.

**INOCUIDAD:** la garantía que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman, de acuerdo con el uso a que se destinan.

**LICENCIA SANITARIA:** documento que extiende el Ministerio de Protección Social, certificando que un centro de faenado cumple con los requisitos higiénico-sanitarios, para sacrificar y faenar animales de abasto, despiezar y deshuesar canales.

**LIXIVIACIÓN:** fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables causado por el movimiento de agua en el suelo, y es, por lo tanto característico de climas húmedos. Esto provoca que algunas capas de suelo pierdan sus componentes nutritivos, se vuelvan más ácidos.

**MATERIA PRIMA:** es la totalidad de residuos orgánicos que pueden recolectarse y que pueden ser utilizados para cargar la planta de compost. Esta guía utiliza los términos residuos orgánicos y materia prima para destacar la importancia de considerar este material como un recurso renovable (biomasa).

**OXÍGENO DISUELTO:** concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

**P.S.I.:** libras de presión por pulgada cuadrada que debe poseer el agua, a efecto realizar una limpieza aceptable de los ambientes que conforman el centro de faenado.

**PEDILUVIO:** dispositivo colocado o construido en el piso de la manga de conducción de animales e ingresos de personal a las áreas de proceso del centro de faenado, conteniendo agua con o sin desinfectante, para la limpieza y/o desinfección de las partes dístales de las extremidades antero posteriores de animales de abasto y calzado de personas.

**pH:** concentración de iones hidrógeno (H+) o hidróxidos (OH+) que determinan la acidez o basicidad de una sustancia. El pH se mide de 0 a 14 siendo 7 una solución neutra, de 0 a menor de 7 ácida y mayor de 7 a 14 básica.

**PROCESO BIOLÓGICO:** proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

**PRODUCTO ANIMAL CONDENADO:** es el animal que por padecer de enfermedades infecciosas o por otras causas, requiere el decomiso de su canal y correspondientes vísceras, en caso de ser sacrificado.

**PRODUCTO APROBADO:** el producto que al momento de la inspección sanitaria, se encuentra apto para el consumo humano o animal.

**PRODUCTO COMESTIBLE:** producto alimenticio inocuo, destinado para el consumo humano y animal.

**PRODUCTO INCAUTADO O DECOMISADO:** la canal, parte de ella, vísceras, carne o producto adulterado, insalubre o afectado por proceso patológico, no apto para el consumo humano o animal y que únicamente puede ser aprovechado para uso industrial, en un proceso de reciclaje de desechos. En las aves, retirada de la línea del proceso y colocada para su desnaturalización en depósitos de "no comestible".

**PRODUCTO RETENIDO:** la canal o parte de ella, vísceras o cualquier otro producto así marcado o identificado que son retenidos por la inspección sanitaria o por el médico veterinario autorizado o delegado por el Invima, quienes determinarán lo procedente.

**REGENTE:** médico veterinario en el ejercicio legítimo de su profesión, contratado por el centro de faenado como responsable del buen funcionamiento sanitario el mismo.

**RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO:** proporción entre el carbono y nitrógeno presentes en la mezcla de carga. La literatura reporta que la relación

**SÓLIDOS SEDIMENTABLES:** materia sólida que sedimenta en un período de 1 hora.

**TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO:** tiempo medio que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

**TRATAMIENTO BIOLÓGICO:** procesos de tratamiento en los cuales se intensifica la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

**VÍSCERAS:** Los órganos contenidos en las cavidades: Torácica, abdominal, pélvica o craneana.

## **RESUMEN**

El proyecto presentado en este documento abarca la innovación en un diseño plenamente integral de un establecimiento para la industria, para este caso, la industria cárnica, que abarca el estudio de prefactibilidad en la construcción de la planta de beneficio, diseño de la planta de sacrificio, unidades sanitarias, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, diseño estructural y la disposición final con aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso de matanza, modelos con los cuales; contrariamente a causar daño al medio ambiente, contribuyen a su cuidado y mejora a través de la motivación al uso de abono orgánico con la producción de compost y el aseguramiento de una área óptima para el ambiente como lo es un humedal.

Este diseño fue desarrollado con base en el cumplimiento de la normatividad nacional e internacional que rige este tipo de industria, pero sobre todo teniendo en cuenta el aseguramiento de la inocuidad del producto cárnico, en cuanto a higiene y salubridad, mediante la aplicación de normas, nuevas tecnologías y la aplicación de las investigaciones realizadas, se logra aprovechamiento de espacios, optimización de recursos económicos y eficiencia en procesos que van desde la recepción de los animales a sacrificar, manejo en los corrales, proceso de sacrificio, desangre, proceso de las canales y vísceras, almacenamiento del producto terminado, manejo y disposición de residuos tanto líquidos y sólidos, manejo de las plantas de tratamiento para los residuos líquidos y sólidos; este no es solo un compendio de las memorias de un diseño, sino que se convierte en un manual de operaciones que perfecciona el funcionamiento del centro de faenado.

Palabras clave: SACRIFICIO DE ANIMALES, COMPOSTAJE, HUMEDAL, MATADERO, CÁRNICOS.

## **ABSTRACT**

The project presented in this document includes the innovation in a fully integral design of an establishment for the industry, for this case, the pertaining to meat industry, which treats of the study of feasibility in the construction of the plant of benefit, the process of sacrifice, design of the plant of sacrifice, sanitary units, electrical facilities, hydraulic and sanitary, structural design and the final disposition with utilization of the residues generated during the process of slaughter, which with the models implemented contrary to damage to the environment, they contribute to his care and improvement across the motivation to the use of organic credit with the production of compost and the insurance of an ideal area to the environment like it is a marsh.

This design was developed by base in the fulfillment of the national and international laws that governs this type of industry, but especially bearing in mind the insurance of the innocuousness of the pertaining to meat product, as for hygiene and health, by means of the application of procedure, new technologies and the application of the realized investigations one achieves utilization of space, optimization of resource economic and efficiency in process that are going from the receipt of the animals to sacrifice, I handle in the corrals, process of sacrifice, drain(bleed), I try of the meat and entrails, storage of the finished product, managing and waste disposal so much liquid and solid, managing of the plants of treatment for the liquid and solid residues; This one is not alone a compendium of the memories of a design, but it turns into a manual of operations that perfects the functioning of the center of slaughtered.

**Keywords: SACRIFICE OF ANIMALS, COMPOSTING, MARSH, SLAUGHTER HOUSE, PERTAINING TO MEAT.**

## INTRODUCCIÓN

En los países subdesarrollados aunque se habla de garantía de la calidad para productos del consumo humano, se tiene abandonada la evaluación en procesos de producción, manipulación y distribución. A pesar de que las leyes sanitarias están establecidas hace 30 años, solo hasta el 2008 las autoridades realmente toman medidas para que se cumplan. La carne es uno de los alimentos básicos sobre el cual se prioriza la inspección y vigilancia con plazos rígidos establecidos por el gobierno donde ya no hay opción para quienes clandestinamente sacrifican animales y distribuyen su carne. En el caso del municipio de Córdoba no hay excepción, la falta de una adecuada planificación y distribución de recursos ha permitido que hasta el momento no exista un control en la matanza de reses y el abastecimiento de carne, poniendo en riesgo la salud humana.

Con el Diseño integral del centro de faenado se busca asegurar la calidad de las carnes, un producto de primera necesidad que influye directamente en la salud pública; además se contribuye con el desarrollo sostenible de la región brindando protección al medio ambiente; lo anterior se logra con la aplicación de la normativa vigente en el diseño de una planta funcional, segura, cumpliendo con la producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento de las carnes, como también una adecuada disposición final de los desechos con el tratamiento de las aguas residuales y con el aprovechamiento de los residuos sólidos en la producción de compost.

Es necesario que las directrices establecidas sean empleadas por ingenieros, arquitectos y personas relacionadas con la industria cárnica en los criterios para el establecimiento de plantas de beneficio, en particular, para el diseño, construcción, utilización de recursos locales y funcionamiento de mataderos en municipios que se interesan en beneficiar a la comunidad con obras completas y además siendo pioneros con obras que en la nueva era, promueven la protección y preservación del medio ambiente sin dejar atrás la prestación de un excelente servicio.

Por lo indicado y dado la necesidad de construir un centro de sacrificio de animales para el municipio de Córdoba, se hace la propuesta de diseño arquitectónico, estructural, de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, plantas para el tratamiento aguas residuales y aprovechamiento de los residuos sólidos, donde en ejercicio de los conocimientos ingenieriles y la ética profesional se aplica la normativa actual para garantizar la protección a la integridad física a través de los procesos y equipamiento conformes a la ley y que sirve para otros municipios como referencia para dar solución a los problemas que a su comunidad aquejan.

## **1. DISEÑO INTEGRAL DEL CENTRO DE FAENADO MUNICIPIO DE CÓRDOBA**

El municipio de Córdoba no cuenta con la infraestructura mínima necesaria para realizar el proceso de sacrificio. Los expendios de carne de bovinos y porcinos se encuentran ubicados dentro del área urbana, volviéndose un foco de contaminación e insalubridad para los vecinos y fuentes de agua. Ante tal problema, desde hace ya algún tiempo se consume en el municipio carne de dudosa procedencia por no conocer las condiciones en las que se realizan los procesos.

Mediante encuesta a las tercenas y sondeo verbal en la población urbana del municipio de Córdoba (ver Anexo A); se observa entre la gente y en especial los propietarios de las tercenas, que hay plena aceptación del Centro de Faenado, todos necesitan y quieren la construcción de la planta de sacrificio; en este lugar se asegura una inspección sanitaria reiterada, en la cual se revisa parte del sacrificio, se revisa algunos animales, como actualmente se hace, se hará una inspección sanitaria especializada continua de los animales y las actividades, garantizando la salud de la gente que consume los productos cárnicos.

La mala condición de los procesos en la cadena cárnica, en el municipio de Córdoba, así como en los demás municipios de la región, ha acarreado una serie de problemas tanto sociales como ambientales; lo más grave es nada más y nada menos que el riesgo que corre la salud humana. Es necesario que se preste atención y se solucione este aspecto negativo de cada uno de los municipios.

En solución al actual problema, se debe construir un establecimiento para llevar a cabo el proceso de sacrificio de animales, aunque no para aumentar las alarmantes cifras que en el país existen, pues en la actualidad el Invima reconoce 1440 mataderos, la falta de planeación ha hecho que existan más mataderos que municipios. El municipio de Córdoba, así como muchos en el departamento de Nariño, requieren un Centro de Faenado que cumpla con los requerimientos exigidos por la ley (Decreto 1500 de 2007, resolución número 2905 de 2007 y resolución número 4282 de 2007), de esta manera se satisface la necesidad de la población, su bienestar y se respeta el medio ambiente.

Beneficiará también a los municipios vecinos de Córdoba, como: Puerres y Potosí, esto debido a la cercanía con dichos municipios y sabiendo que no cuentan con plantas de sacrificio, lo que apunta a un manejo organizado e ínter administrativo para dar solución a los problemas que los municipios comparten en cuanto a los productos cárnicos.

## 2. ASPECTO TEÓRICO

### 2.1 DATOS HISTÓRICOS

**2.1.1 Evolución alimenticia del ser humano**<sup>1</sup>. Referirse a la evolución del ser humano revela la estrecha relación de ésta con la historia de la alimentación. A través de las distintas edades, se ha dado como respuesta al crecimiento demográfico en el mundo, siendo de esta forma que, éste, se ha visto en la necesidad de realizar cambios y mejoras en todas las actividades inherentes a él y su supervivencia.

El cazador tosco dio paso a un ser humano más refinado, que empezó a distinguir sabores, colores y aromas. Los antropólogos revelan ahora que este proceso fue complejo y estuvo matizado por infinidad de otras historias. El ser humano lleva sobre la tierra más de 5 millones de años. Durante más del 99% de este período ha vivido como cazador y recolector de alimentos que la naturaleza puso a su disposición. Pero hubo un antes; hace más de 5 millones de años, el Australopitecos, merodeaba la sabana africana en busca de bayas, raíces, hojas y ocasionales brevas. Con un poco de suerte podía procurarse algún alimento y llegar a salvo a su cueva. Evidencias arqueológicas dictaminan que lejos de ser un gran cazador de bestias, el hombre antiguo se agolpaba sobre los restos abandonados de grandes depredadores para sorber el tuétano de los huesos. Hasta que aprendió a manipular las piedras, palos y los huesos como armas haciéndose competitivo y eficaz, no era cazador, era el cazado.

Con este tipo de herramientas pudo obtener otra clase de alimento, que fue la carne y se convirtió en su alimento preferido y base fundamental de su dieta. El descubrimiento del fuego marcó el comienzo de otra etapa en la evolución humana, no sólo trajo aparejada muchas ventajas, sino que le permitió asar, calentar su comida, iluminar espacios y darse calor a sí mismo. Seguramente la primera substancia caliente que probó fue un pedazo de carne bien quemada.

Antes de eso, el aumento poblacional y las variaciones climáticas obligarían al ser humano a dar un paso fundamental, establecerse en un lugar, es decir, volverse sedentario, por lo que se volvió fundamental abastecerse de alimentos, entre los cuales incluimos el consumo de productos cárnicos, la forma de obtenerlo también ha ido evolucionando, incluyendo el espacio en el que se ha mejorado la técnica de matanza, el equipo utilizado, la relación y dimensionamiento de sus áreas y la conciencia que el hombre ha tomado de la importancia que la higiene tiene dentro de este campo.

---

<sup>1</sup> HURTADO, Sandra Patricia. Historia de la ganadería colombiana. Septiembre de 2007. <<http://sandra14.ohlog.com/>> con acceso a internet 5-02-2009

En una época más reciente el ser humano se dio cuenta que el abastecimiento de alimentos cárnicos, no sólo lo beneficiaba nutritivamente sino también económicamente y así se inició el comercio de este producto, trayendo como consecuencia obligada una serie de reglamentos constructivos, de producción, de transporte, un mejor control higiénico para evitar enfermedades que pueden ser mortales para los animales, así como para los seres humanos. Debido al crecimiento urbano acelerado que se ha observado en las últimas décadas, también se ha tenido la necesidad de prestar atención a la ubicación de este tipo de edificios para que no cause contaminación ambiental.

**2.1.2 Introducción de producto cárnico a Colombia.** La ganadería colombiana es un hecho contundente en la realidad económica y social del país. Reconstruir sus orígenes se inscribe más, por lo tanto, en el ejercicio aventura de la novela histórica a partir del desembarco de los huestes conquistadores en el siglo XV.

En cuanto a la ganadería colombiana se refiere, habría que parodiar el libro de la creación para afirmar que en principio era la nada. En efecto nuestros antepasados indígenas no conocían el “ganado mayor” el animal el cual tuvieron que enfrentar fue quizás el venado, la danta y el tapir, ninguno de ellos domesticable si no objetivo de caza para proveer alimento y pieles.

Hubo lentitud en el proceso de poblamiento ganadero y tardanza en traer vacunos a tierras colombianas, en el año 1525, la Corona Española, a partir del primer pie de cría y del mayor número de animales que llegó en el tercer viaje de Colón, decidió fomentar primero la creación de un gran núcleo ganadero en la Española. La importación de ganado no obedecía a ninguna intención de explotación económica, que sí se dio mucho después cuando los españoles encontraron excelente e inmensas llanuras en el continente, pero sobre todo cuando saciaron su sed de oro y plata que fue su única obsesión durante la primera época de la Conquista.

**2.1.3 Desde Guayaquil al suroccidente de Colombia.** Su origen en Margarita, la tercera ruta ganadera hacia la nueva Granada fue por el sur lo que hoy es Ecuador hacia las zonas de Nariño y Cauca. Sebastián de Belalcázar desempeñó un papel muy importante en la ruta ganadera desde el sur hacia el interior del país Belalcázar tenía espíritu colonizador y estaba obsesionado por el dorado, conquistó lo que hoy corresponde a Nariño, Cauca y Huila en la cual fundo Cali y Popayán y descubrió las cabeceras de los ríos Cauca y Magdalena, regreso un año después con indios cargueros, y toda clase de animales para crear rancherías en las tierras conquistadas.

El crecimiento del ganado mayor llegó a un límite comenzado el siglo XVII por el agotamiento de los pastos en las regiones colonizadas y por el gran aumento del consumo de carne de vaca, cuando ésta empieza a hacer parte de la dieta habitual del indio.

Así pues, durante el siglo XVI la ganadería tomó cuerpo como una gran fuente de producción más no como una riqueza económica, la parte más cotizada era el cuero que se exportaba, con desperdicio de la carne y demás subproductos.

Como una secuela de la colonia se puede afirmar que el desarrollo ganadero va aparejado con el proceso de extensión de la frontera agrícola y de la apropiación de la tierra por parte de los grandes latifundistas, proceso que se empezara a revertir aceleradamente durante el siglo XX; pero también a la introducción desde ese entonces de pastos mejorados y de rodamientos tecnológicos en el manejo de los hatos.

Al margen de las condiciones que permitieron la expansión de la ganadería como actividad económica y el crecimiento de la producción en las diferentes regiones del país, hacia finales del siglo XIX se inicia el proceso de gremialización que habría de irse consolidando durante el siglo XX.

La Cadena de valor de la ganadería vacuna es muy importante dentro la producción agropecuaria y agroindustrial nacional. De hecho, la ganadería de leche y carne representa más de tres veces el valor de la producción cafetera en Colombia. La mayor parte del valor de la Cadena está explicada por la producción ganadera y en menor cuantía por la agroindustria relacionada con los productos y subproductos de esta actividad.

La Cadena de bovinos en Colombia presenta deficiencias en productividad y competitividad, sin embargo algunos renglones evidencian ganancias importantes en estos aspectos durante la última década.

Colombia es un importante productor de carne en el mundo, ocupó el puesto 15 en el año 2003, pero su dinámica ha sido lenta e inferior al promedio del hemisferio americano e incluso a los de la Comunidad Andina (CAN). Esto ha conducido a que el consumo por persona se haya reducido de manera importante. Esta disminución del consumo obedece, entre otras razones, a la sustitución por consumo de carne de pollo que ha ganado espacios importantes en la dieta de los colombianos y que ha logrado ganancias importantes en productividad y competitividad y, por esta vía, disminuciones de precios.

Imagen 1. Cadena de la Carne Bovina



Fuente: Documento 73 [www.agrocadenas.gov.co](http://www.agrocadenas.gov.co)

Para julio de 2008 el Gobierno a través del Ministerio de Protección Social y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, Invima, “meten en cintura” a los mataderos del país, para garantizar el ciento por ciento de la calidad de la carne que consumen los colombianos. Por primera vez se establece el Sistema Oficial de Inspección de Carnes, el cual inició con la inscripción de mataderos de Beneficio, desposte y desprese de bovinos, bufalinos, porcinos y aves de corral, ante el Invima, porque el 20 por ciento de la carne no cumple con todos los requisitos de calidad.

Se anuncia a través de la subdirectora de Alimentos y Bebidas del Invima, Laura Pasculli Henao, que los mataderos que no cumplan con estos requisitos se harán acreedores a medidas sancionatorias, que van desde uno hasta 10 mil salarios diarios mínimos legales vigentes, donde se incrementan las multas según los agravantes que tenga cada establecimiento hasta el cierre de los mataderos.<sup>2</sup>

El gobierno nacional está diseñando una política de racionalización que busca que las plantas cumplan con los requerimientos sanitarios y ambientales, y sean económicamente viables, para garantizar el abastecimiento a todos los municipios mediante una red de frío para el transporte y la comercialización de la carne.

En los controles realizadas a distintos mataderos se tiene que en infraestructura, a través de las visitas realizadas a los diferentes sitios, se ha observado voluntad en los alcaldes por mejorar estas construcciones y tornar estos sitios de sacrificio y faenado en verdaderos lugares higiénicos y sanitarios donde la idea es procesar productos de óptima calidad e inocuidad para el consumo de las poblaciones.

---

<sup>2</sup> Caracol Radio. Actualidad, Publicado en internet Julio 29 de 2008. <<http://www.caracol.com.co/nota.aspx?id=641499>> acceso a internet 10-06-2009

La problemática es común para un buen porcentaje de las Plantas de Beneficio Animal, específicamente a nivel de vertimientos, pues la mayoría disponen los mismos sin realizar ningún tipo de tratamiento, contaminando las corrientes hídricas, el suelo, afectando el paisaje y aumentando la presencia de olores fuertes que hacen que la situación sea aún más crítica. Ante esto se exige planes de mejoramiento a los responsables de las Plantas actuales, con el ánimo de mejorar características ya definidas (faenado aéreo, producción más limpia, optimización del recurso hídrico, etc.)

La cultura del consumo de la carne debe cambiar, pues se sigue consumiendo 'cadáver', sin entender que la carne debe tener un proceso de maduración para que sea digerible y asimilable, éste paso requiere de un mínimo de 8 o 10 horas después del sacrificio. De hecho se debe cambiar métodos y modelos, si se quiere que el negocio de la carne sea sostenible, pues lo importante es tener en cuenta que el objetivo final es entregar un producto de calidad e inocuidad sin afectar los recursos naturales con los procesos que se generan.

Para un mejor funcionamiento del centro de faenado en su parte ambiental se tendrá que optimizar los procesos que se generen, mejorando los ingresos, aprovechando todos los subproductos (sangre, ruminasa, huesos, cachos, cascotes, pelo, bilis) y por ende disminuyendo los grados de contaminación que afectan los recursos naturales.

## **2.2 ASPECTO CONCEPTUAL**

**2.2.1 Concepto centro de faenado.** En todo establecimiento o planta de proceso, se establecen relaciones internas dentro del proceso de sacrificio y faenado de animales de abasto, incluyendo el seccionamiento, despiece y deshuesado de canales y al exterior, en las actividades previas al beneficio y las posteriores de distribución y comercialización.

Los mataderos constituyen un servicio público a cargo de la administración municipal, quien es el órgano responsable de la prestación de los servicios públicos. Desde el punto de vista higiénico y sanitario, el centro de faenado debe reunir las condiciones mínimas necesarias para que en el sacrificio de animales se garantice la sanidad del producto. Se puede considerar como una "construcción sanitaria", por lo tanto, es preciso considerar todos los inconvenientes que se producen durante su funcionamiento: malos olores por la sangre, orina de los animales, estiércol, aguas residuales cargadas de abundante material orgánico en suspensión o disolución, desechos sólidos, etc.

### **2.2.2 Servicios proporcionados en un centro de faenado.**

- Proporcionar un producto cárnico que reúna las condiciones higiénicas y sanitarias necesarias para el consumo de la población.
- Control legal de la introducción de los animales al centro de faenado.
- Una adecuada comercialización y suministro de la carne para su consumo.
- Aprovechar al máximo los subproductos derivados del sacrificio de los animales.
- Evitar contaminación ambiental por la matanza clandestina en casas y domicilios particulares.
- Proteger a las especies con un sacrificio racional.
- Facilitar el transporte sanitario del producto.

**2.2.3 Categorías de centros de faenado.** Según el reglamento técnico Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos; se hace referencia a los centros de faenado que cumplan todas las exigencias requeridas en el decreto 1500 de 2007 y en casos específicos se manejará el concepto de Plantas de beneficio de régimen especial para una o más especies, en aquellos municipios que tengan deficiencia en las vías de acceso que impida que se cumpla con los requisitos establecidos para el transporte de la carne y productos cárnicos comestibles desde una planta autorizada, donde el volumen del beneficio sea solo para consumo local y no exceda el volumen de diez (10) animales por especie por día.

Sin embargo, para una mejor planificación y ejecución del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, los centros de faenado se clasifican según la especie que sacrifiquen, en razón de la capacidad de sacrificios y equipamiento, y según la disposición de los productos finales.

Los mataderos de animales para consumo humano, en razón de la especie que en ellos se sacrifique, se clasifican de la siguiente manera:

- a) De bovinos.
- b) De porcinos.
- c) De ovinos.
- d) De caprinos.
- e) De conejos y animales producto de la caza.
- f) De équidos.
- g) De otras especies que el Ministerio de Salud declare para el consumo humano.

Los mataderos de animales para consumo humano, distintos a los de aves, por razón de su capacidad de sacrificio y disponibilidades técnicas y de dotación, se clasifican de la siguiente manera:

- Clase I
- Clase II
- Clase III

- Clase IV
- Mínimos.

Los mataderos Clase I deberán tener capacidad instalada para sacrificar 480 o más reses y 400 o más cerdos, en turnos de 8 horas, de conformidad con los requerimientos del Decreto 2278/82.

Los mataderos Clase II deberán tener capacidad instalada para el sacrificio de 320 o más reses y 240 o más cerdos, en turnos de 8 horas.

Los mataderos Clase III deberán tener una capacidad instalada para sacrificar 160 o más reses y 120 o más cerdos en turno de 8 horas.

Los mataderos Clase IV deberán tener una capacidad instalada para el sacrificio de 40 reses y 40 cerdos, en turno de 8 horas.

Los mataderos Mínimos se establecerán en poblaciones hasta de 2.000 habitantes, con capacidad instalada para el sacrificio de 2 reses y 2 cerdos hora, en red aérea y puestos fijos.

Según el destino de la carne, se clasifican en plantas de beneficio Animal con destino de exportación y plantas de beneficio para el consumo nacional.

**2.2.4 Principios generales para el diseño de centros de faenado.** Como se ha indicado anteriormente, un centro de faenado es el lugar que se destina para el sacrificio de animales que posteriormente serán consumidos por la población como productos alimenticios y subproductos.

Debido al alto índice de agentes que pueden contaminar la carne y los subproductos, desde el contacto con los seres humanos hasta el medioambiente, resulta indispensable establecer un sistema de higiene de la carne a lo largo de toda la producción. Lo anterior indica que las condiciones ambientales del centro de faenado deben tener un estricto control en cualquier etapa de la producción ya que la carne es sumamente susceptible a la contaminación microbiológica comenzando desde el aire que circula, el contacto con las manos, equipo y herramientas utilizadas, etc.

Los principios generales para el diseño de un centro de faenado o matadero deben atenerse a los siguientes parámetros:<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud, OMS – Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas. Roma 1990

1. Consideraciones humanas en el sacrificio de los animales,
2. Elaboración y almacenamiento higiénico de la carne y los subproductos comestibles,
3. Recuperación de subproductos no comestibles,
4. Esparcimiento y recreo de los empleados,
5. Instalaciones para los animales.

**2.2.5 Matanza y preparación de la carne.** Se debe tener una adecuada organización en cadena para las actividades, desde el sacrificio hasta la distribución de la carne, así como con el personal que las realice y con esto alcanzar los objetivos deseados de una matanza humanizada, higiénica y adecuadamente inspeccionada.

De una forma general las etapas en esta cadena son las siguientes: <sup>4</sup>

1. Mantenimiento en los corrales, matanza, desuello,
2. Preparación (extracción de las tripas, separación del material inadecuado o no comestible bajo la inspección de un veterinario, división de la canal y limpieza),
3. Colgado o enfriamiento a temperaturas del almacén antes de la entrega,
4. Deshuesado y corte antes de proceder a una nueva verificación de la temperatura y acondicionamiento antes del envío a un mercado.

Debido a la transferencia de las canales de un área hacia otra durante todo el proceso teniendo muchas veces que colocarlas en forma vertical y, luego, horizontal y tomando en cuenta el gran peso que esto representa, es necesario el uso de polipastos y rieles transportadores suspendidos.

Es esencial planificar la separación adecuada de las operaciones sucias y limpias de productos comestibles y no comestibles y de los trabajadores respectivos.

**2.2.6. Instalaciones de enfriamiento y refrigeración.** Cuartos de refrigeración, congelación y almacenamiento. Todas las plantas de beneficio y desposte deben contar con cuartos fríos de refrigeración y/o congelación para el enfriamiento y almacenamiento de canales, carnes y productos cárnicos comestibles. El rápido enfriamiento de la carne de las canales es esencial para evitar la pérdida debida a corrupción y la pérdida de peso y para cumplir las normas.

Se debe refrigerar, congelar o almacenar las canales y los productos cárnicos comestibles a las temperaturas que permitan cumplir y mantener los requisitos

---

<sup>4</sup> Organización Mundial de la Salud, OMS – Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas. Roma 1990

De inocuidad y conservación. Controlando la temperatura en las escalas pertinentes, el inventario de los cuartos para garantizar la rotación de los productos claramente identificados, se debe almacenar los productos en orden y aislados por paredes, piso y techo, con instalaciones de frío independientes para el almacenamiento de canales sospechosas, se debe registrar las temperaturas de cada cuarto para el control del proceso y el producto.

La temperatura que deben alcanzar la carne y los productos cárnicos comestibles en refrigeración es: Canal: 7°C medida en el centro de la masa muscular; Productos cárnicos comestibles: 5°C; en congelación si es implementado en la planta este proceso, para carne y productos cárnicos comestibles será de -18°C o menor. Los cuartos fríos en el centro de faenado deben ser empleados para vísceras blancas, vísceras rojas, patas y cabezas.

**2.2.7 Inspección ante y post-mortem.** Se debe prever un equipo adecuado para facilitar el trabajo del médico veterinario autorizado o el médico veterinario supervisor y así cumplir las diversas normas que rigen este tipo de actividades. Se requieren instalaciones para la inspección en vivo del ganado en los corrales, incluyendo a los animales sospechosos en corrales aislados, y la inspección posterior a la matanza de la sangre, las cabezas, las vísceras, las asaduras y la canal. En instalaciones pequeñas un inspector o supervisor podría desempeñar todas estas funciones, antes del despacho del producto comestible. El tiempo necesario para la inspección varía según el grado o la incidencia de las enfermedades.

La inspección ante-mortem la realizará el inspector oficial para verificar las condiciones de todos los animales según la especie, respaldando la inspección postmortem mediante la aplicación de una variedad específica de procedimientos y pruebas que tengan en cuenta el comportamiento, el porte y el aspecto, así como los síntomas de enfermedad del animal vivo. Los animales deben ser sacrificados por métodos no crueles, que garanticen que estos queden sin sentido o conocimiento antes de ser sacrificados. El sacrificio debe ceñirse a las técnicas correctas de aplicación, evitando riesgos innecesarios para el operador y sufrimiento del animal y el método deberá ser autorizado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, Invima, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de la Protección Social. El inspector oficial realizara la inspección post mortem de la canal y otras partes del animal que sea sacrificado en la planta de beneficio, las cuales podrán ser re-inspeccionadas cuando se considere necesario.

Para la inspección post mortem la planta requiere de un sistema dotado con instalaciones, equipos y utensilios para identificar la canal o lote, según la especie y todas las partes del animal, en cualquier etapa de forma inmediata e inequívoca. Disponer de un lugar exclusivo para manejo de canales retenidas y las partes del animal que requieran una inspección más detallada, antes de realizar el dictamen

sobre inocuidad y aptitud, de manera que se evite la contaminación cruzada de otras canales y otras partes del animal. El destino final de los productos no aptos para el consumo humano y su disposición final, se realizara conforme lo señalen en las normas el Ministerio de la Protección Social para cada una de las especies animales.

**2.2.8 Instalaciones auxiliares.** Como instalaciones auxiliares se pueden mencionar las áreas de estar para el personal, la administración, los supervisores, de mantenimiento, las de transporte, etc. Las áreas donde se realicen actividades “limpias” y “no limpias” deben estar estrictamente separadas entre sí y sus necesidades atendidas por un personal diferente para así, evitar cualquier tipo de contaminación al producto.

La facilidad de los servicios como el de electricidad, agua potable, fría y caliente, aire comprimido, equipo de refrigeración, procedimientos de limpieza y comunicaciones deben ser atendidos, cuidadosamente, ya que constituyen una parte sumamente importante en cada una de las actividades que se realicen en estas instalaciones.

Otro factor importante es la gravedad de la contaminación ambiental que se puede producir con instalaciones de este tipo y por ello es necesario concienciar a los administradores, usuarios, etc., para reducir, al mínimo, los impactos negativos. En este caso, se recolectan las sobras de sebos y el estiércol para disminuir la carga de contaminación.

**2.2.9 Seguridad higiénica y sanitaria de los centros de faenado.** En instalaciones pequeñas un inspector podría desempeñar todas estas funciones antes del despacho del producto comestible. Se requieren instalaciones para la inspección en vivo del ganado en los corrales, con inclusión de los animales sospechosos en corrales aislados y la inspección posterior a la matanza de la sangre, las cabezas, las vísceras, las asaduras y la canal. No se contempla el sacrificio de animales preñados o en estado fértil. Las grasas crudas pueden ser utilizadas para convertirlas en productos de salazón. Sin embargo, proceden exclusivamente de las canales de bovinos y cerdos.

Las inspecciones sanitarias anteriores y posteriores al sacrificio deben ser realizadas por un Médico Veterinario o un Delegado del Invima o por el Ministerio de Protección Social.

Todo el conjunto de los productos no comestibles y el problema de su eliminación útil se consideran como parte del presente proyecto en el aprovechamiento en la planta de compostaje.

A partir de la autorización sanitaria del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, Invima, las plantas de beneficio ingresan al Sistema

Oficial de Inspección, Vigilancia y Control, por lo tanto, reciben la inspección oficial, la cual será permanente y verificará el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias, de manera que se garantice la aprobación de la carne y los productos cárnicos comestibles como aptos para el consumo humano. Dicha inspección será costeadada por el establecimiento de acuerdo con los procedimientos, mecanismos y tarifas que establezca el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, Invima.

**2.2.10 Análisis de peligros y puntos críticos de control.** (APPCC-HACCP, por sus siglas en español e inglés). Es un procedimiento sistemático y preventivo de aseguramiento de inocuidad, aceptado internacionalmente, el cual enfoca la prevención y control de los peligros químicos, biológicos y físicos en la producción de alimentos.

Para poner en marcha el HACCP, la planta de beneficio debe cumplir con Estándares de Ejecución Sanitaria: Instalaciones, equipos y utensilios que deben evitar la contaminación de la carne y productos cárnicos comestibles, facilitar las labores de limpieza y desinfección y permitir el desarrollo adecuado para el cual están diseñados, así como la inspección. Igualmente, los equipos y utensilios, deberán ser diseñados, construidos, instalados y mantenidos, cumpliendo las condiciones sanitarias para su funcionamiento.

Localización y accesos.  
Diseño y construcción.  
Sistemas de drenajes.  
Ventilación.  
Iluminación.  
Instalaciones sanitarias.

El centro de faenado debe diseñar un plan HACCP escrito y lo implementará con base en los peligros físicos, químicos y biológicos, teniendo en cuenta el nivel de riesgo de las operaciones del establecimiento y del producto, el cual se mantendrá en ejecución y evaluación permanente con el fin de garantizar la inocuidad del producto. El Plan HACCP, deberá incluir dentro del análisis de peligros la evaluación y seguimiento de residuos de medicamentos veterinarios, contaminantes químicos y microorganismos.

**2.2.10.1 Documentación y registros.** El centro de faenado debe mantener por escrito y a disposición de la autoridad sanitaria competente todos los soportes y registros que evidencien el funcionamiento y eficacia del Sistema HACCP.

**2.2.11 Control integrado de plagas.** La planta de beneficio, debe establecer un programa permanente para prevenir el refugio y la cría de plagas, con enfoque de control integral, soportado en un diagnóstico inicial y seguimiento con registros para verificación.

**2.2.12 Manejo de residuos líquidos y sólidos.** Para el manejo de los residuos generados en los procesos internos, el centro de faenado debe contar con instalaciones, elementos, áreas y procedimientos tanto escritos como implementados que garanticen una eficiente labor de separación, recolección, conducción, transporte interno, almacenamiento, evacuación, transporte externo y disposición final de los mismos.

**2.2.13 Manejo de emisiones atmosféricas.** Todos los establecimientos deberán contar con los elementos o equipos de control que aseguren el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

**2.2.14 Calidad de agua.** El centro de faenado debe implementar un programa documentado de calidad de agua para garantizar que esta sea de calidad potable que incluirá las actividades de monitoreo, registro y verificación por parte del establecimiento respectivo.

**2.2.15 Operaciones sanitarias.** El centro de faenado deberá realizar la limpieza y desinfección que se aplican a las superficies de las instalaciones, utensilios y equipos utilizados en el establecimiento, que no tienen contacto con el alimento, para evitar la creación de condiciones insalubres y su contaminación.

**2.2.16 Personal manipulador.** Todas las plantas de beneficio deben garantizar que el personal manipulador cumpla con las condiciones de estado de salud, capacitación, dotación y prácticas higiénicas para evitar la contaminación del producto y creación de condiciones insalubres. Garantizando el cumplimiento de programas de salud ocupacional y seguridad industrial.

**2.2.17 Programas complementarios.** Los programas complementarios están conformados por:

**2.2.17.1. Programa de mantenimiento de equipos e instalaciones.** El centro de faenado debe implementar un programa documentado de mantenimiento de instalaciones y equipos.

**2.2.17.2 Programa de proveedores.** El centro de faenado debe implementar un programa de proveedores para controlar los animales, materias primas, insumos y material de empaque

**2.2.17.3 Programa de retiro del producto del mercado.** El centro de faenado debe contar con un sistema adecuado que permita retirar el producto del mercado, cuando se compruebe que está siendo comercializado y no cumpla con las condiciones de inocuidad. Se hará a través de un sistema de alerta inmediata para que el producto sea retirado del mercado en menos de 72 horas, lo cual será verificado por la autoridad sanitaria.

**2.2.18 Laboratorios.** El centro de faenado debe contar con laboratorio contratado que esté autorizado por la autoridad sanitaria competente, con el fin de realizar las pruebas necesarias para implementar los planes y programas orientados a mantener la inocuidad del producto.

**2.2.19 Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).** El centro de faenado debe desarrollar los POES para prevenir la contaminación directa del producto y deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Describir los procedimientos que se realizan diariamente, antes y durante las operaciones.

Establecer frecuencias y responsables.

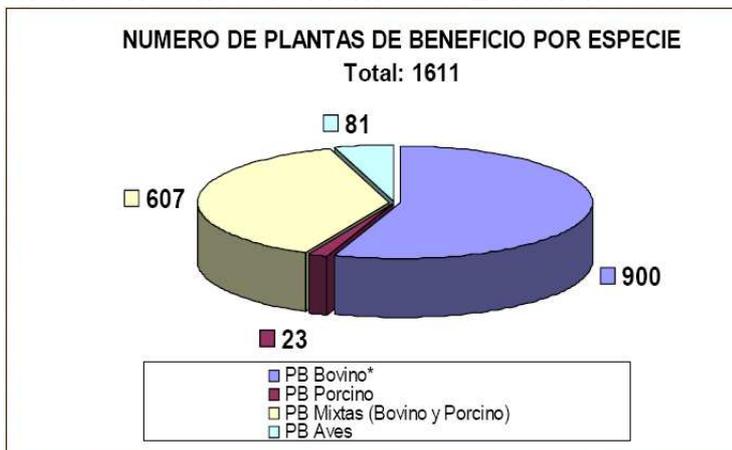
Definir e implementar métodos de seguimiento y evaluación de los procedimientos.

Establecer medidas correctivas adecuadas.

Mantener un sistema de documentación y registros firmados y fechados a disposición de la autoridad sanitaria competente los registros que evidencian la implementación, ejecución y supervisión de los POES y de toda medida correctiva que se realice.

## 2.3 CONDICIÓN ACTUAL DE LOS MATADEROS EN COLOMBIA

**Grafica 1. Censo de Plantas de Beneficio**



Fuente: Censo Invima – Fedegan 2006. Fenavi 2007. Asoporcicultores 2008

En Colombia a febrero de 2009 están funcionando 1507 mataderos, de los cuales, tan solo 270 están registradas ante el Invima para dar cumplimiento a las nuevas normas sobre vigilancia de este tipo de empresas, según lo establecido en el decreto 1500 de 2007; de hecho, el Ministerio de Protección Social modificó su

programas de ejecución de los decretos, para todo aquel que quiera dedicarse a la actividad de sacrificio y beneficio animales. Cumpla a cabalidad con el Plan Gradual de Cumplimiento (PGC), esta reglamentación permite prever todos los riesgos de inocuidad a lo largo de la cadena y en segundo aspecto analiza los peligros microbiológicos y químicos que puedan contaminar el alimento en las diferentes etapas.

La antigua norma que regía esta actividad -vigente desde 1982- tenía en cuenta, para la expedición de la licencia de funcionamiento de las plantas, aspectos fundamentales como la capacidad de la infraestructura física del establecimiento, equipos en buenas condiciones, prácticas higiénicas y manejos de residuos sólidos, pero que eran insuficientes para el mercado actual.

En la actualidad han aparecido microorganismos, residuos contaminantes químicos y medicamentos veterinarios que hace necesaria una reforma profunda en la nueva reglamentación. El enfoque que se tenía de clasificar mataderos por niveles se debe eliminar. Todas las plantas así sean pequeñas, medianas o grandes deben mantener y garantizar al final del proceso una carne donde se logren controlar los riesgos físicos, químicos y microbiológicos a la que puede estar sometida durante el proceso.

En el aspecto técnico, se hace obligatorio el cumplimiento del sistema HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control, por sus siglas en inglés). También se crea un programa de reducción de patógenos y se establece un plan nacional de residuos y contaminantes químicos.

Todas las plantas de sacrificio están sometidas a una autoevaluación que es el Plan Gradual de Cumplimiento, para identificar cuál es su nivel de cumplimiento frente al decreto 1500 de 2007. El documento debe presentar un plan de trabajo ordenado determinando con precisión un cronograma, disponibilidad de recursos para cada caso y las acciones graduales de cumplimiento para estar acorde con todos los requisitos sanitarios que exige la nueva normativa.

Una vez que las plantas hayan declarado sus servicios y presentado su PGC, el Invima tendrá a partir de la fecha seis meses prorrogables por otros seis para hacer visitas de seguimiento y revisar los planes de adecuación. Después de la aprobación por parte del Invima las plantas de beneficio tendrán un plazo de tres años y medio para llevar a cabo las adecuaciones necesarias con el fin de que estén de acuerdo con los planes de mejoramiento. En total será un plazo máximo de cinco años para adecuar las plantas de beneficio de animales, desposte, desprese y procesamiento de derivados cárnicos.

Desde hace un tiempo los mataderos regionales toman cada vez más fuerza en el ámbito nacional. La idea es eliminar por cada municipio un matadero y a través de un estudio de prefactibilidad analizar el número de cabezas de ganado, habitantes

y estado de las carreteras para crear mataderos regionales. En cada municipio hay un matadero municipal que sacrifica en condiciones inadecuadas y además sacrifica solo las reses que se comen, en consecuencia lo que se deriva del impuesto del sacrificio no alcanza para pagar los gastos de operación del centro de faenado.

Para que se pueda habilitar una planta de sacrificio en condiciones sanitarias adecuadas debe haber en promedio de 150 a 200 animales diarios. De este modo el Gobierno obliga a todos los agentes de la cadena a cumplir el decreto 1500 de 2007 y se genera un proceso de inversión muy dinámico en el sector privado que obligará a salir del mercado aquellos que no cumplan con la normativa.

La idea es que los municipios cercanos se unan y creen un matadero regional. La participación de los alcaldes y gobernadores es definitiva para que se unan y después de un estudio de prefactibilidad analicen cuál sería el mejor sitio para ubicar la planta de sacrificio. Hasta el momento los departamentos que más adelantados están en su proceso son Antioquía, Tolima y Cundinamarca.

## **2.4 ASPECTOS PARA LA UBICACIÓN DEL CENTRO DE FAENADO**

**2.4.1 Aspecto urbano.** Según los criterios internacionales la planta de beneficio se debe ubicar lejos de las zonas residenciales y a favor del viento, para evitar el polvo, los olores y las moscas, y, también para dar una protección sanitaria al propio matadero. Esto requiere la existencia de buenas carreteras; debe haber siempre un acceso despejado y suficiente para trasladar los animales a corrales y para recoger las canales y los subproductos en compartimientos de carga. El cerco perimetral de todo el emplazamiento del matadero no procura por sí solo la necesaria barrera sanitaria entre el matadero y los barrios vecinos.

El centro de faenado debe estar ubicado en área compatible con la actividad, de acuerdo con el uso del suelo determinado en el Plan de Ordenamiento Territorial o el Esquema de Ordenamiento Territorial, según corresponda.

**2.4.2 Aspecto ambiental.** En muchos países los mataderos están contiguos a los mercados de ganado. Aunque esta disposición es conveniente, aumenta los peligros de contaminación o de infección. Cuando están contiguos, deben estar rígidamente separados debido al olor penetrante que es difícil eliminar de esas instalaciones. Los mataderos deben estar en emplazamientos con un firme subsuelo plano o que tenga una pendiente uniforme, ya sea suave o empinada.

El centro de faenado se debe localizar en terreno no inundable y alejada de cualquier foco de insalubridad o actividades que puedan afectar la inocuidad del producto. En sus alrededores o dentro de las instalaciones, no se deben mantener objetos en desuso para evitar que se conviertan en focos de insalubridad. Además, generar bloqueo al ingreso de insectos u otra fauna nociva, para evitar el

contagio de cualquier enfermedad. Deberá construirse sobre terreno con facilidades para instalar drenaje general.

**2.4.3 Aspecto arquitectónico.** Para el centro de faenado de régimen especial, se debe tener en cuenta las siguientes áreas,

**2.4.3.1 Área de ingreso.** Las vías para el ingreso y salida de la planta de beneficio deben prevenir los riesgos de sanidad e inocuidad, contando con un sistema arco de desinfección, para vehículos al ingreso y salida de la planta de beneficio. La zona de desembarque de animales debe comunicarse directamente con el corral de recepción.

La rampa de desembarque debe ser de materiales lavables, desinfectables, con pisos antideslizantes y con una pendiente que permita el adecuado manejo y garantice el bienestar animal.

**2.4.3.2 Área de corrales.** Comprende tres zonas independientes de recepción, sacrificio y observación, los cuales deben estar identificados, numerados y contar con plataformas elevadas de observación.

En la ubicación de los corrales se deben contemplar las corrientes de aire predominantes y garantizar una adecuada separación entre estos y la planta de proceso, con el fin de evitar contaminación alguna para el producto.

Los pasillos o calles de distribución de los corrales deben ser pavimentados y tener un ancho que permita un flujo adecuado de los semovientes y operarios.

Contar con bebederos de material sanitario, con carga automática de agua que garantice la inocuidad del producto, la cual debe cumplir con los criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para uso pecuario, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984. Igualmente contar con instalaciones de alimentación adecuadas en caso de requerirse.

Los pisos deben ser de materiales antideslizantes, lavables, desinfectables, sin salientes y con una pendiente adecuada orientada hacia los desagües.

Los corrales de observación deben disponer de desagües propios que impidan el escurrimiento de líquidos hacia otros corrales.

La iluminación en el corral de observación debe ser de buena calidad y de intensidad suficiente para asegurar que se realicen las actividades de inspección ante-mortem y se mantengan las condiciones de limpieza adecuadas para los corrales.

Cuando se requiera, los corrales deberán contar con un tipo de cubierta sólida o permeable, dependiendo del clima, para evitar el estrés y asegurar el bienestar de los animales.

**2.4.3.3 Área de recepción.** Corral de Recepción en comunicación directa con el corral de observación y sacrificio. La capacidad de este corral se calculará con el espacio suficiente por animal y como mínimo 2 m<sup>2</sup> para bovinos y 1 m<sup>2</sup> para porcinos.

**2.4.3.4 Corral de sacrificio.** Su capacidad se calculará contando con el espacio suficiente por animal y como mínimo 2 m<sup>2</sup> para bovinos y 1 m<sup>2</sup> para porcinos, estos corrales deberán tener un tipo de cubierta sólida o permeable, dependiendo del clima para asegurar el bienestar animal evitando el estrés.

**2.4.3.5 Corral de Observación.** Debe estar construido en material sólido, resistente y con acabados sanitarios. Las paredes deben tener una altura que garantice el aislamiento de los demás animales y corrales. Las uniones entre estas y los pisos deberán diseñarse de modo que faciliten la limpieza y desinfección. Deberá contar con un brete y techo. Los líquidos procedentes de este corral y los de la sala de sacrificio de emergencia deberán desaguar directamente al colector sin cruzarse con los desagües de los pasillos o de otras secciones del establecimiento.

**2.4.3.6 Baño para los animales en pie.** Debe estar ubicado en la manga antes de la zona que conduce al aturdimiento, se llevará a cabo mediante un sistema de aspersión que lave uniformemente todo el animal. El lavado del animal debe ser suspendido a una distancia que garantice el escurrimiento, antes de ingresar a la trampa de aturdimiento.

**2.4.3.7 Mangas de acceso.** La manga de acceso al área de sacrificio debe estar construida con materiales lavables, desinfectables. Ninguna de las paredes, cercas y divisiones presentará aristas salientes o punzantes.

**2.4.3.8 Sala de sacrificio y faenado.** Corresponde al área principal del proceso y debe contar con tres (3) áreas denominadas: área de insensibilización y sangría, intermedia o de procesamiento, de terminación y salida.

**Área de insensibilización, sangría, escaldado y depilado (cerdos).** Su diseño y construcción debe permitir el desarrollo de las actividades de Inspección. El diseño y dimensión de esta área debe estar acorde con el volumen de animales a ser beneficiados.

Para la insensibilización de los bovinos, se debe contar con un cajón de insensibilización construido en materiales sólidos y sanitarios, con piso

antideslizante y con la inclinación adecuada para garantizar las condiciones de bienestar del animal. Equipado con un sistema que asegure su sujeción y que permita su salida expedita, no violenta una vez este sea insensibilizado.

Disponer de un sistema de recolección higiénico de sangre independiente, en aquellos casos en los que la sangre se encuentre destinada para el consumo humano, para la inspección de la misma.

El sistema empleado para el escaldado deberá garantizar la seguridad del personal.

El sistema empleado para el depilado debe evitar lesiones en la piel de la canal. No se permite el flameado con combustible directo sobre la canal como técnica de depilado o chamuscado de los porcinos.

**Área intermedia o de procesamiento.** En esta área se realizarán las operaciones de faenado posteriores a la sangría hasta el eviscerado y debe cumplir con los siguientes requisitos:

Contar con áreas cuya ubicación, diseño y dimensiones estén acorde con el volumen de animales a ser beneficiados y eviten la contaminación cruzada durante las operaciones. Las áreas son:

Lavado y preparación de cabezas.

Limpieza del aparato digestivo y la ulterior preparación de los mismos.

Limpieza y preparación de las vísceras rojas.

Escaldado y descascado de patas y manos.

Preparación y almacenamiento de grasas comestibles.

El diseño y construcción de las instalaciones deberá permitir el desarrollo de las actividades de inspección.

Las puertas en esta zona no se abrirán en forma directa a ella.

Los equipos y utensilios requeridos en esta área deben ser elaborados en material sanitario y su diseño evitará la contaminación y son:

Rieles aéreos, plataforma, polipasto de transferencia, espernancador de piernas; utensilios para corte de patas; plataformas para el descuerado en suspensión; mesones y colgadores para la inspección y la clasificación; sierra partidora de pecho; plataforma de evisceración, conductos o medios de traslados adecuados de los órganos a las salas de productos comestibles, conducto o sistema de comunicación con la sala de cueros, que evite el riesgo de contaminación de la carne y productos comestibles, conductos o medios de traslado adecuado de los productos no comestibles a las salas de almacenamiento de los mismos.

El equipo mínimo en las salas de productos cárnicos comestibles será el siguiente: Mesones de material sanitarios con diseño que evite la contaminación y cuyas dimensiones deben ser acordes con el volumen de beneficio; Sistema para lavar

estómagos, que disponga de agua potable fría y caliente con desagües directos a la red general, tanques o escaldadores de estómago que deberán ser metálicos, inalterables y conectados a la red de agua fría y caliente con desagües directos a la red general; sistema de extracción de pezuñas, escaldado y pelado de patas, carros y bandejas para los productos cárnicos comestibles, hechos en material sanitario que permitan un fácil lavado y desinfección.

**Área de terminación y salida.** En esta área se realizan todas las operaciones posteriores a la evisceración hasta el despacho de la canal, la cual puede enviarse al área de desposte cuando esta se encuentra dentro de la planta o autorizar su salida de la misma. Está conformada por:

**2.4.3.9 Área de acondicionamiento de la canal.** La ubicación, diseño y dimensiones de las instalaciones deben estar acorde con el volumen de animales beneficiados y evitar la contaminación cruzada durante las operaciones, permitiendo el desarrollo de las actividades de inspección; las puertas que no se deben abrir en forma directa al área.

Los equipos mínimos son:

Riel para el transporte de canales.

Sierra para partir las canales.

Plataforma de inspección de canales, riñones y verificación de tolerancia cero.

Riel de desvío de canales para inspección médico-veterinaria.

Báscula aérea para pesaje de canales.

Riel de destino a cámaras de frío.

Sistema de depilado para porcinos

Sistema para el lavado y desinfección de las canales.

Carros y bandejas para recibir las canales y vísceras.

Carros o sistemas herméticos, contruidos en materiales inalterables, debidamente identificados provistos de tapa con cierre, destinados exclusivamente para recibir los decomisos.

**2.4.3.10 Cuartos de refrigeración, congelación y almacenamiento.** Todas las plantas de beneficio y desposte deben contar con cuartos fríos de refrigeración y/o congelación para el enfriamiento y almacenamiento de canales, carnes y productos cárnicos comestibles. Deben estar ubicados de forma tal que no se genere la posibilidad de contaminación de las canales y los productos cárnicos comestibles. La capacidad instalada de los cuartos o cámaras de refrigeración, congelación y almacenamiento debe ser acorde al volumen de proceso y garantizar que el producto cumple con los requisitos de temperatura y demás variables. Se debe contar con cuarto de refrigeración independiente para el almacenamiento de canales retenidas o sospechosas. Las puertas deben ser isotermas, de cierre y ajuste hermético y poseer un sistema manual de operación por dentro y fuera de la cámara.

En cuanto a los equipos y utensilios: Los difusores ubicados dentro de los cuartos de refrigeración, congelación y almacenamiento no podrán filtrar agua directamente sobre los productos ni generar empozamiento. Se debe disponer de equipos de medición adecuados para el control de las variables del proceso. Los rieles para canales deben estar a una distancia y altura suficiente que evite el contacto entre canales, con paredes y el piso.

**2.4.3.11 Área de desposte.** Los estándares de ejecución sanitaria para esta área son: Ubicación, construcción, diseño y dimensiones de las instalaciones deben estar acorde con el volumen del producto a ser despostado y evitando la contaminación cruzada durante las operaciones, teniendo un área específica por separado delimitando físicamente las actividades de deshuese, corte, empaque primario y la actividad de empaque secundario o embalaje.

El ingreso y transporte de las canales, medias canales y cuartos de canal debe efectuarse en rieles aéreos con las mismas características exigidas para los cuartos de refrigeración.

**2.4.3.12 Área de despacho.** Esta área debe ser cerrada y protegida de la contaminación externa y prevenir variaciones adversas de temperaturas para el producto, con puertas de acople para los vehículos a fin de evitar el choque térmico. Los muelles de despacho deben ser usados solo para el tránsito de las canales y los productos cárnicos comestibles.

**2.4.3.13 Otras instalaciones.** Para el centro de faenado es necesario implementar otras áreas para garantizar la inocuidad de los procesos, por tanto se señalan las siguientes:

- **Área de lavado y desinfección de canastillas,** dotada con agua fría y caliente, a presión suficiente con capacidad para atender todas las necesidades de la planta.
- **Bodegas.** para el almacenamiento de insumos y para productos químicos. Este almacenamiento se realizará de forma independiente. Se debe mantener una lista de los productos, acompañada de la hoja de seguridad y respetar las recomendaciones del fabricante en esta materia.
- **Tratamiento de residuos sólidos.** Área de disposición, tratamiento y almacenamiento de residuos sólidos, la planta de compostaje.
- **Tratamiento de aguas residuales.** Trampa de grasas, humedal.
- **Oficina de inspección oficial.** Será de uso exclusivo del inspector oficial y contará con equipo de cómputo necesario que permita ingresar la información al Sistema de Inspección Oficial. El inspector debe tener acceso a los servicios

higiénicos completos, incluido guardarropa y ducha dotada de agua caliente y fría.

- **Local para almacenamiento de cueros** y manejo adecuado de la piel que evite la contaminación cruzada.

## **2.5 LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL EN EL MANEJO DE UN CENTRO DE FAENADO**

**2.5.1 Centro de faenado municipal como servicio público** Un centro de faenado es considerado también como un equipamiento urbano-municipal, el cual brinda un servicio público de matanza de ganado mayor y menor. Garantizando mínimas condiciones de higiene para el consumidor ya que se supervisa la procedencia legal del ganado y la calidad del producto.

Así como con cualquier otro servicio público, la Municipalidad, en este caso del Municipio de Córdoba, asumirá la responsabilidad legal sobre la prestación de este servicio, debiendo cumplir con el reglamento existente en el país. Se deberá garantizar que el ganado no es robado, que es ganado sano, que se cumple con las normas higiénico-sanitarias, que ha sido matado y destazado de forma humanitaria, que fue y es transportado de forma adecuada y vendido en lugares apropiados para la venta final.

Actualmente en nuestro país, la mayoría de las condiciones arriba mencionadas no se cumplen, en la Municipalidad por razones económicas, porque la capacidad institucional del municipio no le ha permitido asumir por completo su responsabilidad al brindar este servicio, por no poder adecuarse aun a la legislación vigente en el país.

Se resalta la importancia de generar economías de escala entre varios municipios y de racionalizar el gasto público (a través de un convenio o de la unión en una mancomunidad) para prestar el servicio de Centro de faenado Municipal, mejorando la eficiencia y la calidad del servicio de matanza. Este aspecto aunque requiere analizar algunos aspectos en torno a costos de operación, de transporte, culturales y de voluntad política, entre otros, ofrece una forma de gestión alternativa que permite mejorar las condiciones de eficiencia, calidad y adaptarse a los nuevos tiempo y a los requerimientos legales actuales.

**2.5.2 Rol del operador del centro de faenado.**<sup>5</sup> Puede ser la misma Municipalidad, o un ente del sector privado o una empresa mixta y debe cumplir con las siguientes funciones:

---

<sup>5</sup> Guía ambiental de Plantas de Beneficio Ganado. Ministerio del Medio Ambiente. Mayo de 2002

Planificar diariamente el sacrificio de reses y cerdos, que se llevará a cabo en el centro de faenado.

Revisar documentos de propiedad del ganado por sacrificar y el pago de la boleta.

Supervisar y controlar el ganado mayor y menor que será sacrificado.

Supervisar que la higiene de las instalaciones sea la apropiada.

Velar por el buen funcionamiento del centro de faenado (accesibilidad a servicios básicos).

Archivar ordenadamente los certificados de sanidad, cartas de venta, recibos, guías y demás documentos que tengan relación con el centro de faenado

Custodiar los sellos y certificados que garanticen al carnicero y al consumidor final que esa carne tiene una procedencia legal y ha pasado los controles sanitarios pertinentes.

Llevar un libro de registro de sacrificio de los animales en el cual constará:

Fecha de ingreso del animal al centro de faenado,

Nombre del propietario,

Sexo color, peso del animal, marcas y otras características,

Nombre del propietario anterior (según comprobante de venta),

Valor de los impuestos cobrados por la municipalidad,

Número y fecha de guía,

Resultado de examen sanitario.

Vigilar al ganado que ingresa a los corrales.

Impedir el sacrificio de animales que no hayan sido reconocidos por la autoridad competente y que no presenten la respectiva licencia.

Decomisar los animales que presenten signos de enfermedad o que no sean aptos para el consumo humano (según examen de médico veterinario), proporcionar la tarifa por destace.

Exigir el comprobante de pago del impuesto de destace al momento de ingresar el ganado a las instalaciones y mantener las instalaciones en óptimas condiciones de manejo, limpieza e higiene.

Seguir las recomendaciones del reglamento o manual de operación y mantenimiento del centro de faenado Municipal. El operador del centro de faenado coordinará sus actividades con el médico veterinario y las autoridades que vigilan la operación de la misma.

### 3. MARCO REAL

#### 3.1 MUNICIPIO DE CORDOBA

Córdoba, un municipio que fue fundado en el año de 1632 y elevado a categoría de municipio en 1911, a través de la Ordenanza No 40, cuando pertenecía el municipio de Puerres llevaba el nombre de corregimiento de Males.

Municipio del Departamento de Nariño, su cabecera está localizada a los 00° 51 18" de latitud norte y 77° 31 16" de longitud oeste. Altura sobre el nivel del mar 2.867 m, Temperatura medida 12°C, precipitación media anual 1.020 mm. Distancia de la capital Pasto 90 Kms y de Ipiales 18 Kms.

El área municipal es de 282 Kms<sup>2</sup> y limita por el Norte con Puerres. Por el Este con Puerres y el departamento del Putumayo, por el Sur con Potosí y por el Oeste con Ipiales.

La mayor parte del territorio es montañoso, lo riegan los ríos Guáitara y Guamués, además de varias corrientes menores. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos templado, frío y piso bioclimático páramo, según datos preliminares del censo 2005, la población de la cabecera es de 3.767 habitantes y el sector rural tiene 16.889 habitantes.

Las actividades económicas de mayor importancia son la agricultura, la ganadería y el comercio. En menor escala tenemos la ganadería seguida de cuyicultura y las artesanías tradicionales. Se une por carretera con Puerres, Potosí e Ipiales. Tiene servicio de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, telefonía, telegrafía y correo nacional

El manejo integral de las cuencas hidrográficas representa actualmente una solución importante para facilitar la gestión sostenible del medio ambiente y el uso ordenado de los recursos naturales renovables. Las estrategias de manejo y protección deben orientarse de acuerdo a una proyección dentro del arco de la política ambiental del orden nacional. La planificación y el manejo de las cuencas hidrográficas son medios viables y reales para compatibilizar la conservación de los recursos naturales con el desarrollo sostenible y la calidad de vida de las comunidades.

El Municipio de Córdoba cuenta con una importante red hidrográfica que baña su territorio posibilitando una explotación agropecuaria adecuada con el desarrollo de proyectos de irrigación a gran escala para lograr niveles productivos que permitan incrementar la economía agrícola.

Como actividad económica secundaria esta la ganadería, se abre paso de manera acelerada. En efecto, la población bovina en tan sólo dos años aumento el 114.0%

pasando de 2.641 cabezas en 1996 a 5.650 en 1998. La población porcina creció en 113% pasando de 975 cabezas en 1996 a 2.080 en 1998, gracias a los esfuerzos realizados por la UMATA al difundir el cambio del cerdo tradicional criollo por el cerdo magro

El municipio cuenta con la Oficina de la **UMATA** la cual es la encargada de dar la asistencia técnica necesaria tanto para el sector agrícola como pecuario, en la actualidad el costo profesional lo asume la Administración Municipal. La asistencia técnica se basa en orientar al productor en formas de siembra, técnicas de laboreo y buena utilización de semillas, de igual manera para el sector pecuario en donde se le enseña al campesino a manejar las especies en la cría, levante y producción.

El municipio en la Zona Occidental cuenta con una cobertura aceptable de vías que conecta las veredas con el casco urbano, sin embargo la zona oriental son caminos de herradura en general y solamente se conecta por vía carretable la vereda de El Palmar con la Victoria (Ipiales).

Vías Sector Rural Vía las Cruces – Córdoba: (Zonas urbanas) estas vías atraviesan dos Municipios Ipiales (las Cruces – Puentes sobre el río Guáitara) y Córdoba (puente sobre el río Guáitara – zona urbana de Córdoba), con una longitud de 17.4 Km y un ancho de 6 mts. Aproximadamente.

Vía Santander – San Juan Grande: Esta vía comunica a Córdoba, Guacas, Santander, San Juan Chico y San Juan Grande, tiene una longitud aproximada de 8 Km, y un ancho de banca de 5 mts. Es una vía alterna para viajar a Pasto. El estado actual de la vía es de buenas condiciones, pero necesita rediseño, obra de arte y mantenimiento más periódico, para evitar daños mayores con ella.

Vía Córdoba - Puerres: longitud de 6 kilómetros (regular estado)

### **3.2 FINALIDAD, ORGANIZACIÓN DEL CENTRO DE FAENADO**

El propósito principal de un centro de faenado es suministrar a los pobladores de carne para su consumo de una forma totalmente segura, es decir completamente higiénica. Las operaciones que se dan en el centro de faenado son completamente secuenciales por lo que las actividades no cambian sino simplemente la cantidad que se produce. Para un buen procedimiento se pueden dividir las actividades en dos grandes departamentos. Estos son:

- Departamento Administrativo
- Departamento de Sacrificio y Destace

### **3.3 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO**

Generalmente, está a cargo de una persona a la que se le designan ciertas obligaciones, deberes, responsabilidades y funciones para que el funcionamiento del rastro sea óptimo en todas sus áreas. Generalmente, se denomina como administrador.

Funciones de un administrador

- a) Dirigir los trabajos de la dependencia a su cargo
- b) Establecer unidad de mando: es decir que un trabajador solamente podrá recibir órdenes de un superior
- c) Establecer una jerarquía: es decir la cadena de jefes va desde la máxima autoridad a los niveles más inferiores y la raíz de todas las comunicaciones van a parar a la máxima autoridad.
- d) Administrar con autoridad y responsabilidad y velar por los intereses de la dependencia.
- e) Remuneración personal: se debe tener una satisfacción justa y garantizada para los empleados.
- f) Velar porque los interiores y exteriores del rastro se mantengan en forma higiénica.
- g) Mantener buenas relaciones públicas.
- h) Impedir el destace, después que el veterinario lo haya determinado, de aquellos animales cuya inspección reporte anomalías.
- i) Llevar los registros necesarios respecto de cargos a pagos, cobros y número de sacrificio.
- j) Procurar capacitación constante para servir con más eficiencia a su comunidad y a su municipalidad.
- k) Coordinar el desenvolvimiento de las distintas operaciones del centro de faenado a su cargo.
- l) Seleccionar el personal adecuado, supervisar las actividades para comprobar si se cumple lo establecido.
- m) Planificar las actividades.
- n) Orden: todo debe estar debidamente puesto en su lugar y en su sitio, este orden es tanto material como humano.
- o) Equidad: amabilidad y justicia para lograr la lealtad del personal.
- p) Estabilidad y duración del personal en un cargo.

### **3.4 DEPARTAMENTO DE SACRIFICIO Y DESTACE**

Sus actividades están relacionadas, como su nombre lo indica, al sacrificio y destace de los animales. En este departamento, el inspector autorizado por el Invima, debe estar presente para la inspección del producto que saldrá para consumo humano, así también, el administrador o el encargado de esa área en específico tendrá que estar al tanto de que las actividades transcurran sin ningún percance.

La limpieza de este departamento debe ser constante para evitar la proliferación de insectos como moscas, y la contaminación por la sangre. Los trabajadores de esta área deberán portar todos los implementos e instrumentos que el reglamento interno determine. Algunas de las actividades que se realizan son:

Insensibilización, los empleados deben garantizar que se atenúe el sufrimiento de los animales:

Los animales deberán ingresar al establecimiento con un tiempo mínimo de 6 horas de antelación al beneficio para permitir la inspección ante-mortem, la evacuación de materia fecal y el descanso.

Al ganado que por alguna circunstancia permanezca en la planta de beneficio por un lapso superior a 24 horas, se le debe proveer de alimento. No podrán permanecer sin ser beneficiados por un tiempo superior a 48 horas, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 61 de la presente resolución.

El corral de observación y la sala de sacrificio de emergencia, permanecerán cerrados con llave, bajo la responsabilidad del inspector oficial. Los equipos e instrumentales existentes en ellos, sólo podrán usarse en estas instalaciones.

La velocidad del sacrificio debe garantizar que el sangrado se lleve a cabo rápida y eficazmente. El área de insensibilización debe estar separada de las áreas de faena de manera que se reduzca al mínimo la contaminación cruzada.

En la zona de insensibilización los métodos que podrán utilizarse son: Electronarcosis, Narcosis con gas, Conmoción cerebral con o sin vástago cautivo, accionado en forma neumática. Desde el momento de la sangría se debe contar con dispositivos para elevar o izar con una capacidad y velocidad adecuada que aseguren un rápido izamiento del animal al riel de sangría y su posterior traslado hacia la zona de desarticulación y retiro de patas.

El sistema de riel aéreo de los animales, debe estar distanciado de cualquier pared o columna, pieza o maquinaria de forma que una vez izado el animal se puedan llevar a cabo las actividades de inspección y estarán a una altura tal, que el extremo inferior del animal guarde la distancia con el piso y evite la contaminación por contacto.

El sistema de rieles debe estar construido en material sanitario y mantenerse libre de óxido y suciedad.

El sistema de riel de la línea de sacrificio debe diseñarse de manera que haya un constante avance de los animales y se evite la contaminación cruzada.

Se contará con un dispositivo para el almacenamiento y transporte de ganchos y poleas.

El sistema. Los cuchillos deben ser construidos en material sanitario y serán exclusivos para cada una de las actividades, por lo que no se podrá utilizar un mismo cuchillo para dos o más actividades.

Se debe disponer de lavamanos, esterilizadores de cuchillos y chairas o afiladores de cuchillos.

Los ganchos en contacto con el animal deben ser de material sanitario.

### 3.5 SELECCION DEL TIPO DE CENTRO DE FAENADO

Para establecer la capacidad de cubrir la demanda actual y futura de la población del municipio de Córdoba, Nariño debe establecer la cantidad de consumidores con relación al volumen de producción que tiene en la actualidad el municipio.

De acuerdo con los censos de 1985 – 2005 realizados por el Departamento administrativo Nacional de Estadística (DANE) y a la información recabada por el municipio de Córdoba se obtiene el siguiente cuadro

Tabla 1, Población para Córdoba, Nariño

Año	Habitantes casco urbano	Habitantes área rural	Total habitantes
2005	2093	11406	13499

Fuente: **Boletín** Censo DANE 2005

Para determinar la necesidad futura se proyecta la población a los años 2,018 y 2,033 ésta se calcula de acuerdo con la fórmula de interés compuesto, con una tasa de crecimiento natural del 1.564%<sup>6</sup>.

La fórmula es:  $PN = PO (1 + i)^x$

Donde:

PN = población a estimar al año proyectado

PO = población de último censo o estimación

1 = constante

i = tasa de crecimiento anual entre censos

x = número de años entre el último censo y el año a estimar

---

<sup>6</sup> Conciliación censal 2005, DANE

Tabla 2. Proyección población 2018

<b>CASCO URBANO</b> PN = PO (1+ i)x	<b>ÁREA RURAL</b> PN = PO (1+ i)x
2018 = 2093 (1+0.01564)13	2018 = 11406 (1+0.01564)13
<b>2018 = 2560,86hab.</b>	<b>2018 = 13955,67hab.</b>

Tabla 3. Proyección población 2033

<b>Proyección al año 2033</b>	
<b>CASCO URBANO</b> PN = PO (1+ i)x	<b>ÁREA RURAL</b> PN = PO (1+ i)x
2033 = 2093 (1+0.01564)28	2033 = 11406(1+0.01564)28
<b>2033 = 3232,09hab.</b>	<b>2033 = 17613,58hab.</b>

Es de destacar que la mayor demanda del producto se da en el casco urbano; esto se da debido a los escasos recursos económicos de la población en el área rural.

### 3.6 VOLUMEN ACTUAL DE SACRIFICIO

En la actualidad en el municipio se sacrifican 15 reses a la semana y 17 porcinos, las reses repartidas de manera sobrecargada, ya que el día sábado se alcanza a sacrificar 8 bovinos, para los porcinos es más equilibrado se habla de 4 cerdos para los días viernes y domingo, y 3 cerdos el lunes.<sup>7</sup>

Teniendo en cuenta el diseño del centro de faenado para un periodo de diseño de 25 años; se requiere proyectar la población al año 2033, empleando la información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, resulta:

Para determinar la necesidad futura se proyecta la población a los años 2,015 y 2,030 ésta se calcula de acuerdo con la fórmula de interés compuesto, con una tasa de crecimiento del 3%.

La fórmula es:  $PN = PO (1 + i)^x$

Donde:

PN = población a estimar al año proyectado

PO = población de último censo o estimación

1 = constante

---

<sup>7</sup> Encuesta a las tercenas, Anexo A.

i = tasa de crecimiento anual entre censos

x = número de años entre el último censo y el año a estimar

Tabla 4. Volumen de Especie Sacrificada

DIARIOS		SEMANALES	
BOVINOS	PORCINOS	BOVINOS	PORCINOS
3	2	18	12

### 3.7 CONSUMO DE CARNE

Para obtener esta información se utilizará la tabla de cálculos del observatorio Agrocadenas Colombia.

Tabla 5. Consumo de carne por habitante

PRODUCTO	Consumo en Kg/Año		
	1990	1995	2000
Res	16	16.1	15.4
Cerdo	2	2	2.3

#### 8.23g DE CARNE/DÍA HABITANTES

Se utilizará la siguiente fórmula para determinar la cantidad de bovinos a sacrificar diario:

Tabla 6. Consumo a nivel municipal del 2005:

6 ONZAS DE CARNE/DÍA	HABITANTES
1 res	2700

No. de habitantes x 1 res/día/2700 = No. de reses/día

Consumo a nivel urbano: 3232 hab. X 1 res/día/2700 hab. = 1.20 reses/día

Consumo a nivel rural: 17613 hab. X 1 res/día/2700 hab. = 6.52 reses/día

TOTAL = 7.72 reses/día

No. de habitantes x 1 cerdo/día = No. de cerdo/día

Consumo a nivel urbano: 3232 hab. X 1 cerdo/día/1500 hab. = 2.15 cerdos/día

Consumo a nivel rural: 17613 hab. X 1 res/día /1500 hab. = 11.74 cerdos/día

TOTAL = 13.89 cerdos/día

**3.6.1 Estadística de demanda proyectada.** Según los datos de la Tabla 1 y una tasa de crecimiento del 1.564% <sup>8</sup> para el municipio de Córdoba, Nariño se obtiene la población para los años 2018 y 2033.

Población proyectada Córdoba, Nariño			
AÑO	TOTAL HAB. CASCO URBANO	TOTAL HAB. ÁREA RURAL	TOTAL HAB. MUNICIPIO
2005	2093	11406	11499
2018	2560	13955	16515
2033	3232	17613	20845

Según los datos obtenidos por las fórmulas en cuanto a la demanda para el año 2005, se presenta la siguiente proyección para el año 2033.

Tabla 7. Demanda proyectada de ganado bovino y porcino

Año	Habitantes	Diaria		Semanal	
		Bovinos	Porcinos	Bovinos	Porcinos
2005	11499	3	2	18	12
2033	20845	7.72	13.89	46.32	83.34

Según la proyección que se realizó para el año 2033 (cuadro No.13) se plantea que, diariamente, se produzcan 7.72 bovinos y 13.89 porcinos, correspondiendo esta cantidad a la categoría “mínima”, en cumplimiento de la normativa vigente con lo estipulado en el decreto 1500 de 2007; se construirá una planta de régimen especial.

### 3.7 SELECCIÓN DEL TERRENO

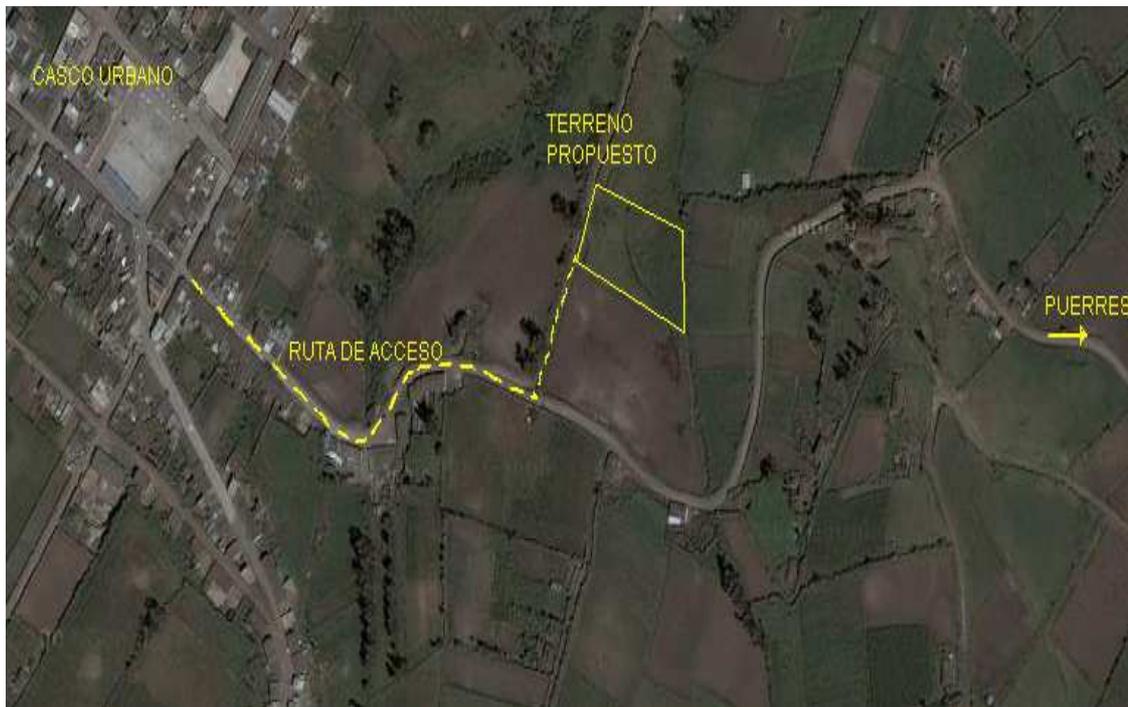
El terreno propuesto para la construcción del Centro de Faenado del Municipio de Córdoba, previo reconocimiento y estudios de topografía y suelo, realizados nos arroja la siguiente información:

#### 3.7.1 Ubicación del terreno.

Imagen 2: Vista aérea terreno

---

<sup>8</sup> [www.agrocadenas.gov.co](http://www.agrocadenas.gov.co), con acceso 02-06-2009



Fuente: Maps Telmeworlds

### 3.7.2 Características del terreno.

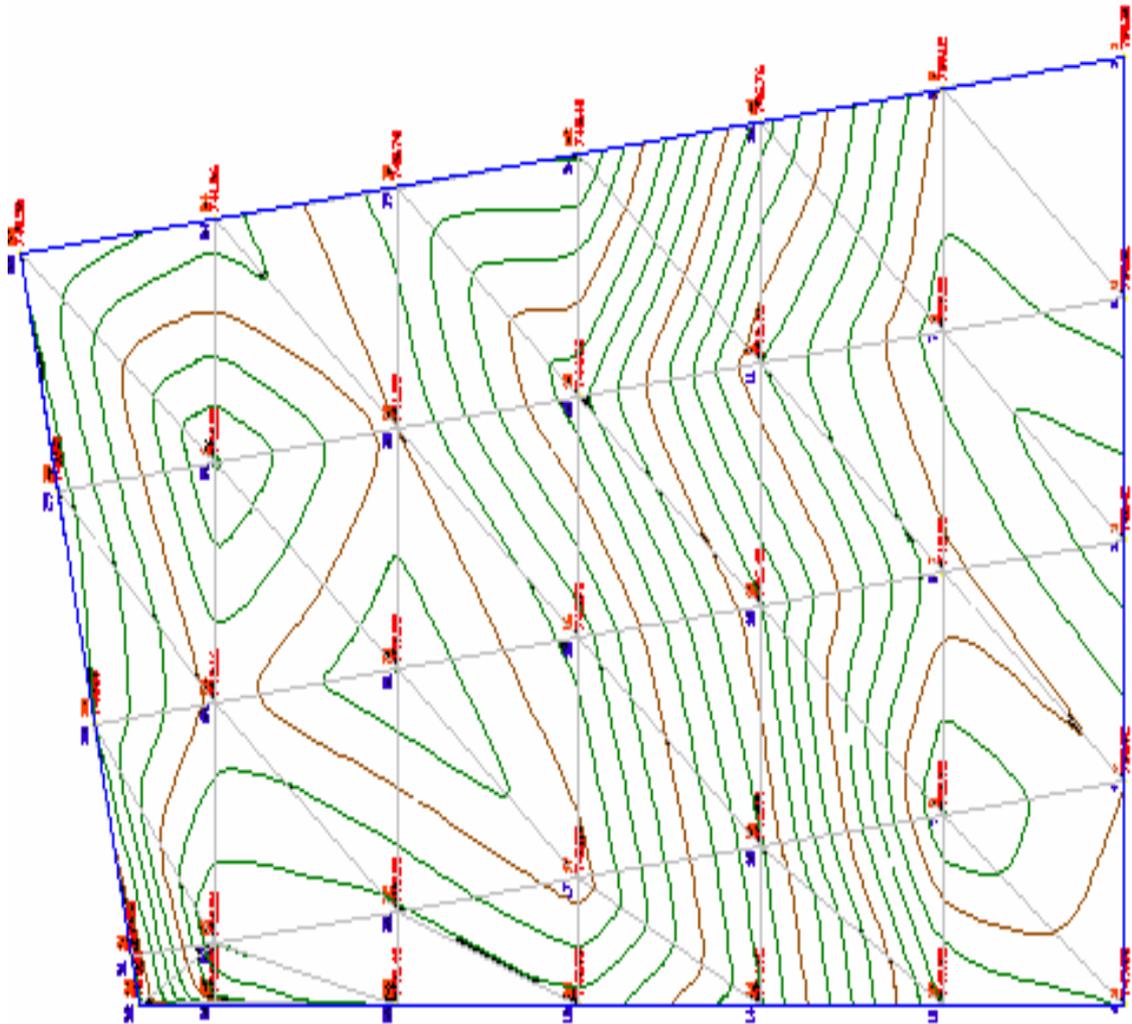
#### 3.7.2.1 Factores físicos

**Ubicación.** Está ubicado a 1 Km. de distancia, aproximadamente, de cualquier área educativa, de recreación o vivienda.

**Tamaño.** El terreno cuenta con 2935.5 m<sup>2</sup>, aproximadamente.

**Topografía.** Como se puede observar en el resultado del levantamiento, el terreno tiene pendientes variables, por lo que se debe realizar el acondicionamiento del terreno ya que se recomienda que la pendiente oscile entre 0% a 10%.

Imagen 3. Terreno curvas de nivel



**3.7.3 Uso del suelo**<sup>9</sup> el centro quedará ubicado en la zona de industria.

**3.7.3.1 Agua potable.** En este sector se cuenta con una red de distribución de agua potable, de flujo intermitente, lo que hace necesario la construcción de un tanque elevado, para garantizar flujo y presión constante.

**3.7.3.2 Drenajes.** Existe una red municipal, pero es indispensable proponer una planta de tratamiento de aguas servidas así como zanjas filtrantes para no contaminar el manto freático o los pastizales, siembras que hay alrededor del terreno.

---

<sup>9</sup> POT de Córdoba Nariño

**3.7.3.3 Energía eléctrica.** En el sector sí se cuenta con alumbrado público, pero también se propone una planta generadora para poseer un fluido eléctrico constante y evitar así cualquier contratiempo dentro del establecimiento.

**3.7.3.4 Radio de acción.** Este dependerá del área de influencia, siendo ésta el municipio de Córdoba en su totalidad y algunos otros municipios vecinos como Puerres y Potosí

**3.7.3.5 Vías.** La vía principal de acceso está sobre la carretera que conecta Puerres con Córdoba

**3.7.3.6 Contaminación auditiva.** Por lo alejado que se encuentra del centro urbano el terreno no tiene ningún tipo de contaminación auditiva.

**3.7.4 Relación con el contexto urbano.** Es la realización existente entre las instalaciones destinadas a la prestación del servicio con la infraestructura urbana y la red vial del lugar donde se desee localizar este tipo de proyectos, en este caso el municipio de Córdoba.

El centro de faenado es designado muchas veces, como equipo urbano y es conveniente que se consideren los siguientes puntos:

a) Deberá localizarse en la periferia de las áreas urbanas, preferentemente, en sitios que tengan facilidad de acceso a las zonas de recepción y embarque. Es importante tener acceso a las vías principales,

b) Tomando en cuenta el crecimiento urbano se debe ubicar en un lugar que no vaya a afectar en un futuro a los pobladores, su localización se realiza consecuente con el POT.

c) No ubicarlo en zonas recreativas, habitacionales, comerciales,

d) Aunque se ubique a una distancia mínima de 1 Km., establecida por la ley, debe contar con todos los servicios necesarios para su óptimo funcionamiento, siendo estos:

1. Agua potable
2. Drenaje
3. Energía eléctrica
4. Teléfono
5. Tratamiento de aguas residuales.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANEJO DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

Todo propietario o tenedor de un predio de producción primaria debe garantizar que el personal vinculado cuente con buen estado de salud, cumpla con prácticas higiénicas y de bioseguridad, establecidas por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y reciba por parte del empleador capacitación continua y entrenamiento en manejo sanitario de los animales.

Estado de salud<sup>10</sup>. El personal manipulador debe acreditar su aptitud para manipular alimentos mediante reconocimiento médico soportado por el examen físico clínico y como mínimo con las siguientes pruebas de laboratorio: Coprológico. Y Frotis de garganta o faríngeo.

El reconocimiento médico debe efectuarse como mínimo una vez al año o cada vez que se considere necesario, por razones clínicas y epidemiológicas, especialmente después de una ausencia de trabajo motivada por una infección que pudiera dejar secuelas capaces de provocar contaminación de los alimentos que se manipulen. Los documentos de soporte deben reposar en la sede de trabajo del manipulador y estar a disposición de la autoridad sanitaria competente.

La dirección de la empresa tomará las medidas necesarias para que no se permita contaminar la carne directa o indirectamente por personal que posea o se sospeche que padezca una enfermedad susceptible de transmitirse a los alimentos o que presente heridas infectadas, irritaciones cutáneas infectadas o diarrea. Todo manipulador de alimentos que pueda generar un riesgo de este tipo, deberá comunicarlo a la empresa para que sea reubicado temporalmente en otra área que no represente riesgo para la inocuidad del producto.

Capacitación. Toda planta de beneficio debe tener un programa de capacitación técnico-práctico continuo y permanente, cuyo contenido responda a técnicas y metodologías que promuevan el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente y aplicable a todo el personal manipulador de alimentos desde el momento de su contratación.

La capacitación debe ser impartida por personas con formación profesional en saneamiento, ciencias biológicas, de la salud, alimentos y afines y demostrar los siguientes requisitos:

El manipulador de alimentos debe ser entrenado para comprender y manejar el control de los puntos críticos que están bajo su responsabilidad, la importancia de

---

<sup>10</sup> Resolución 2905 de 2007

su vigilancia o monitoreo, además, debe conocer los límites críticos y las acciones correctivas a tomar cuando existan desviaciones en ellos.

Prácticas higiénicas y medidas de protección. La planta de beneficio está obligada a garantizar que todo el personal interno o externo, que tenga acceso a las áreas de producción, almacenamiento y despacho, cumpla con los siguientes requisitos:

1. Mantener una estricta limpieza e higiene personal y aplicar buenas prácticas higiénicas en sus labores, de manera que se evite la contaminación del alimento y de las superficies en contacto con este.

2. Usar ropa de trabajo de color claro que permita visualizar fácilmente su limpieza, con cierres o cremalleras y/o broches en lugar de botones u otros accesorios que puedan caer en el alimento, sin bolsillos ubicados por encima de la cintura.

3. Cuando se utilice delantal, este debe permanecer atado al cuerpo en forma segura para evitar la contaminación del alimento y accidentes de trabajo.

4. Por razones de bioseguridad la limpieza y desinfección de la ropa son responsabilidad del respectivo establecimiento, pudiendo realizarlas dentro de las instalaciones de la planta, en cuyo caso se contará con un área de lavandería o podrá contratarse el respectivo servicio.

5. El manipulador de alimentos no puede salir e ingresar del establecimiento vestido con la ropa de trabajo.

6. Lavarse y desinfectarse las manos, antes de comenzar su labor, cada vez que salga y regrese al área asignada, después de manipular cualquier material u objeto que pueda representar un riesgo de contaminación para el alimento.

7. Mantener el cabello recogido y cubierto totalmente mediante malla, gorro u otro medio efectivo y en caso de llevar barba, bigote o patillas anchas se debe usar cubiertas para estas.

8. No se permite el uso de maquillaje.

9. El manipulador deberá contar con todos los elementos de protección, según la actividad desarrollada.

10. Dependiendo del riesgo de contaminación asociado con el proceso será obligatorio el uso de tapabocas, que cubra nariz y boca mientras se manipula el alimento.

11. Mantener las uñas cortas, limpias y sin esmalte.

12. Al personal no se le permite usar reloj, anillos, aretes, joyas u otros accesorios mientras realice sus labores. En caso de utilizar lentes, deben asegurarse.

13. Usar calzado cerrado, de material resistente e impermeable y de tacón bajo.

14. De ser necesario el uso de guantes, estos deben mantenerse limpios, sin roturas o imperfectos y ser tratados con el mismo cuidado higiénico de las manos. El material de los guantes, debe ser apropiado para la operación realizada. El uso de estos no exime al operario de la obligación de lavarse y desinfectarse las manos.

15. No está permitido comer, beber o masticar cualquier objeto o producto, como tampoco fumar o escupir en las áreas donde se manipulen alimentos.

16. El personal que presente afecciones de la piel o enfermedad infectocontagiosa debe ser excluido de toda actividad directa de manipulación de alimentos.

17. Los manipuladores no deben sentarse ni acostarse en el pasto, andenes o lugares donde la ropa de trabajo pueda contaminarse.

18. La empresa es responsable de suministrar la ropa de trabajo en número suficiente para el personal manipulador, con el propósito de facilitar el cambio de indumentaria en cada turno o cada vez que se requiera.

19. Para reforzar el cumplimiento de las prácticas higiénicas, se deben ubicar en sitios estratégicos avisos alusivos a la obligatoriedad y necesidad de su aplicación durante la manipulación de los alimentos.

20. Las personas que actúen en calidad de visitantes de las áreas de fabricación deberán cumplir con las medidas de protección y sanitarias estipuladas en la presente reglamentación. Para lo cual la empresa debe proveer los elementos necesarios.

## **4.2 RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES ASOCIADOS CON CENTROS DE FAENADO**

Agotamiento físico, producido por exposición excesiva a temperaturas, humedad y olores desagradables, las cuales pueden causar incomfortabilidad, sudoración, temblor, calambres, etc.

Problemas musculares y óseos, por levantamiento de materiales pesados, principalmente, reses sacrificadas.

Golpes y fracturas causados por el manejo de las reses durante el transporte y en los corrales.

Cortes y fracturas provocados por el manejo de cuchillos, objetos punzocortantes y sierras.

Sordera, por exposición excesiva a ruidos de máquinas (sierras), animales y sistemas de ventilación (si los hubiera).

Infecciones en la piel de tipo bacteriano, que penetran por rasguños o heridas expuestas.

Infecciones y enfermedades varias causadas por un mal manejo de los desechos del proceso productivo y de los que se generan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Otro tipo de infecciones por contacto con animales, estiércol o carne. Son relativamente escasas, pero serias; por ejemplo: brucelosis, ántrax y tuberculosis.

## **4.3 MEDIDAS PREVENTIVAS**

El objetivo de las medidas preventivas es luchar contra los accidentes de trabajo, evitando que se produzcan o disminuyan sus consecuencias, mejorando con esto la salud ocupacional, las condiciones de trabajo y la seguridad del sector. Las medidas preventivas que se tomarán en cuenta con las siguientes:

#### **4.3.1 Salud ocupacional y condiciones de trabajo.**

Capacitar a los trabajadores sobre las medidas para identificar y prevenir situaciones de riesgo, así como el correcto uso y manejo de máquinas y herramientas.

Limpieza, desinfección y esterilización del material y equipo.

Reducción del nivel de ruidos.

Optimización de las condiciones de trabajo, áreas climatizadas, lugares para vestirse y agua potable.

Optimización de la higiene y lavado de trabajadores.

Mantener un botiquín de primeros auxilios en el sitio de trabajo.

Controlar los vectores sanitarios con insecticidas u otras formas alternas.

#### **4.3.2 Medidas para evitar la exposición a agentes biológicos y al ruido.**

Cambio de lugar de trabajo de aquellos trabajadores que presenten problemas en la piel o alergias.

Reducción de los tiempos de exposición de los trabajadores.

Ventilación adecuada de los lugares de trabajo.

Evitar contacto con sustancias biológicas cuando la piel de un trabajador esté dañada.

Aislamiento de equipos generadores de ruido y uso de protectores.

Uso de máscaras apropiadas.

#### **4.3.3 Medidas para evitar problemas musculares.**

Mecanización del trabajo pesado.

Adaptación de la carga y tipo de trabajo a la capacidad del trabajador.

Rotar al personal

Chequeos médicos periódicos a los trabajadores

#### **4.3.4 Seguridad ocupacional**

Entrenamiento, capacitación e instrucción al personal de los rastros o mataderos, evitando la alta rotación del personal ya que esto provoca que tengan personal nuevo en período de capacitación.

Exigir el cumplimiento de las disposiciones en materia de seguridad e higiene ocupacional de sus trabajadores.

Adaptación de la jornada laboral (rotación) y mejoramiento de la organización.

Pisos ásperos y antideslizantes para evitar resbalones y con cierto grado de inclinación para facilitar la evacuación correcta del agua utilizada para la limpieza.

Protecciones de seguridad de las máquinas.

Distribución de ropa y medios de protección y seguridad (guantes, máscaras, botas, anteojos). Acompañado de una orientación en cuanto al uso apropiado de los mismos.

Supervisar diariamente y previo al sacrificio, que los operarios utilicen la indumentaria adecuada.

Lavar y desinfectar la vestimenta de matanza diariamente.

Disponer de baños para el aseo diario y proveer los útiles de aseo personal.  
Facilidades para mantener buena higiene y lavado de los trabajadores.  
Todo el personal debe mantener sus manos y uñas limpias y cortadas, y, lavarse las manos antes de iniciar el trabajo.  
Señalizaciones en la planta.

#### **4.4 NORMATIVAS SANITARIAS Y AMBIENTALES**

Como se ha mencionado con anterioridad, Colombia, cuenta con una gran cantidad de reglamentos y normas para el manejo sanitario de productos cárnicos. Los cuales, de forma general, están basados en las normas internacionales de la FAO pero han sido adaptados a nuestra realidad nacional.

Los aspectos sanitarios importantes que se deben tomar en cuenta en el beneficio de animales son:

- a. La identificación temprana de una diversidad de enfermedades que puede padecer el ganado y que puede originar un problema de salud pública.
- b. Destace aéreo para evitar la contaminación de la carne.
- c. Sistema apropiado de manejo de residuos sólidos y líquidos.
- d. Evitar que las instalaciones de los centros de faenado sean expuestas a vectores (ratas, cucarachas moscas, etc.).

**4.4.1 Normativas sanitarias.** Estas normas sirven para establecer todas las disposiciones correspondientes a las condiciones que deben cumplir las instalaciones del centro de faenado, el cuidado que se debe tener con el producto, las herramientas adecuadas para todas las actividades como el faenamamiento, los criterios para realizar las inspecciones ante mortem y post mortem, necesarios para garantizar la inocuidad del producto y así evitar problemas de salud pública.

Con la Ley 1122 de 2007 se modificó la Ley 100 de 1993 en algunos aspectos de Salud Pública, dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud, otorgándosele al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA- competencia exclusiva para la inspección, vigilancia y control de los mataderos y fábricas de alimentos. Posteriormente el decreto 1500 de 2007 derogó los decretos 2278 y 1036 de 1991 y, junto con las resoluciones 4282 y 2905 de 2007, establecen los requisitos que deben cumplir estos establecimientos y el transporte de la carne.

En tal sentido, para que las plantas de beneficio y desposte bovino y porcinos puedan continuar funcionando, éstas deben solicitar la inscripción, autorización sanitaria y registro, la cual debe acompañarse del Plan Gradual de Cumplimiento - PGC-, ante el INVIMA. Este ente de control y vigilancia, luego de visitas de verificación, emitirá un concepto para determinar la viabilidad de la planta.

Tabla 8. Normatividad Ambiental

<b>Normatividad ambiental aplicada a las plantas de beneficio</b>		
<b>Normas generales</b>	Decreto 2811 de 1982	•Reglamenta el uso de los Recursos Naturales Renovables
	Ley 09 de 1979	•Normas generales sobre alimentos Código sanitario nacional y procesamiento de carnes, reglamenta construcción de mataderos
<b>Normas generales</b>	Decreto 2278 de 1982	•Reglamenta el título V de la Ley 09, en materia de sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de la carne
	Decreto 2333 de 1982	•Reglamenta el título V de la ley 09, en materia de condiciones de las fabricas, depósitos y expendios de alimentos, transporte y distribución
	Decreto 1036 de 1991	•Modifica y complementa el capítulo I del Decreto 2278/82, en cuanto a la clasificación de los mataderos
	Decreto 1500 de 2007	•Crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, y establece los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento.

Continúa Tabla 8.

	Resolución 2905 de 2007	Establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina.
	Resolución 4282 de 2007	Establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de la especie porcina.
Usos del agua	Decreto 1541 de 1978	• Establece todo lo relativo a permiso para aprovechamiento o concesión de aguas, normas específicas para los diferentes usos dados a l recurso hídrico
	Decreto 1594 de 1984	• Establece los criterios de calidad del agua para consumo humano, uso agrícola e industrial entre otros.
	Ley 373 d 1997	• Fija obligaciones sobre ahorro y uso eficiente de agua a quienes administran y/o usan el recurso hídrico
Vertimientos	Decreto 1594 de junio de 1984	• Fija normas de vertimiento en cuerpos de agua y alcantarillado público
	Decreto 3100 de 2003	• Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Residuos sólidos	Decreto 605 de 1996	• Reglamenta la Ley 142 de 1994 y la Ley 99 y Decreto 1713 de 2002 de 1993. En cuanto al manejo, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos.
	Ley 430 de 1996	• Reglamenta en materia ambiental lo referente a desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Uso del suelo	Ley 388 de 1997	• Reglamenta mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial.

Fuente: <http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=69&conID=261>

## **4.5 RIESGOS SANITARIOS CAUSADOS POR CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS <sup>11</sup>**

**4.5.1 Física:** el polvo en transporte o en la planta.

**4.5.2 Química:** productos usados en el tratamiento de enfermedades de los animales y para la higiene de la planta.

**4.5.3 Microbiológicas:** agentes infecciosos por plantas sanitarias deficientes de origen, en finca o por mala higiene en el proceso, que puede afectar la salud de los consumidores.

**4.5.4 Alteraciones de los alimentos:** éstas se producen por deficientes procesos de manipulación y de conservación del producto.

Las principales alteraciones son ambientes y se conocen como:

- a. enmohecimiento,
- b. enranciamiento,
- c. fermentación,
- d. putrefacción.

Como consecuencia de ellas, se producen cambios en las características organolépticas del producto, es decir las características que se perciben a través de los cinco sentidos de la siguiente manera:

Color: las carnes verdosas indican putrefacción, las grasas amarillas, excesos de carotenos o ictericia.

Olor y sabor: una carne descompuesta presenta olores pútridos y sabores ácidos.

Texturas: las carnes descompuestas son untuosas y se deshacen fácilmente.

**4.5.5 Medios de transmisión de los agentes contaminantes.** El principal agente de la contaminación de los alimentos, por acciones u omisiones, es el operador, debido a malas prácticas de manipulación del producto, principalmente cuando:

- a. no se usa agua limpia en las diferentes actividades,
- b. no se lavan las manos después de usar el sanitario,
- c. el operario se rasca la cabeza durante la manipulación del alimento,
- d. se manipulan sin guantes los alimentos precederos,
- e. toser y no usar tapabocas,

---

<sup>11</sup> Guía ambiental de Plantas de Beneficio Ganado. Ministerio del Medio Ambiente. Mayo de 2002

- f. se seca las manos y la cara con toallas usadas para la manipulación de alimentos,
- g. se usan instalaciones, equipos e implementos sucios,
- h. escupir,
- i. operarios enfermos o con enfermedades transmisibles, j. condiciones internas sanitarias inadecuadas de la planta para el manejo de los residuos.

**4.5.6 Forma de destace.** Otra manera en que el producto se contamine es la forma como se mata y destaza al animal, es decir, si se hace de forma aérea o en el piso, como comúnmente se realiza en la actualidad, en la mayoría de centros de faenado municipal en nuestro país. A continuación se presenta un listado de las ventajas y desventajas de la manipulación de la canal suspendida o en el piso:  
Desventajas del proceso con el animal en el piso

Mayor riesgo de contaminación de la carne.  
El desuello y la evisceración son difíciles y antihigiénicas.  
No es recomendable para una buena inspección sanitaria de la carne y los subproductos.  
No es higiénico durante la matanza.  
Genera contaminación ambiental.  
Afecta la inocuidad del producto.  
No hay seguridad sanitaria para los operarios.

Ventajas de la matanza con el animal izado (colgado)  
Menor riesgo de contaminación de la carne.  
Mejor desangrado.  
Facilidad para el desuello y evisceración.  
Facilita la evaluación y tratamiento de desechos y subproductos.  
Facilita la inspección de la carne.  
Facilita la limpieza de la planta.  
Mayor seguridad sanitaria para el operario.  
Reducción de contaminación ambiental.  
Administrativamente es más eficiente.

#### **4.6 CALIDAD DE TRANSPORTE DE LAS RESES<sup>12</sup>**

El buen o mal estado en que se encuentren los animales al llegar al centro de faenado depende en gran manera de la buena práctica al trasladarlos de un lugar

---

<sup>12</sup> Guía ambiental de Plantas de Beneficio Ganado. Ministerio del Medio Ambiente. Mayo de 2002

a otro. Se pueden evitar fracturas, hematomas, daños en la piel, pérdida de peso, etc. si se practican algunas de las siguientes recomendaciones:

- a. Los animales se deben transportar en camiones desinfectados, con diseño y uso exclusivo para la actividad,
- b. En un mismo camión se deben transportar animales de un mismo sexo,
- c. Deben viajar separados cada dos animales con talanqueras, e ir en posiciones opuestas, cabeza y cola,
- d. En viajes largos, refrescar a los animales,
- e. Si se presenta un animal caído, buscar la forma de levantarlo, utilizando métodos que no traumatizan y dañen el producto,
- f. La carrocería de los camiones debe estar libre de elementos cortos punzantes y la velocidad del vehículo debe ser moderada,
- g. Se debe disponer de infraestructura adecuada para cargar y descargar fácilmente los animales,
- h. La desinfección y limpieza de los vehículos debe ser esmerada luego de la entrega de cada lote de animales en la planta,
- i. El vehículo debe tener buenas condiciones de ventilación,
- j. Se debe evitar el sobre cupo de animales en los camiones,

k. Se recomienda que durante el transporte se haga el menor número de paradas para evitar el estrés de los animales.

#### **4.7 NORMATIVAS AMBIENTALES**

Debido a las actividades que se realizan en los centros de faenado o mataderos, se generan desechos, especialmente, provenientes del destace de los animales. Los más comunes son los desechos sólidos y la generación de residuos líquidos, así que es de importancia considerar la protección del medioambiente.

Por lo anterior existe, no sólo en Colombia sino a nivel Sur Americano, todo un marco legal que establece las normas y reglamentos existentes de cumplimiento necesario para la protección de los recursos naturales.

En la Tabla 8, ya está expuesta la normativa ambiental en Colombia con incidencia en centros de faenado y en los puntos considerados importantes relacionados con el medio ambiente:

El marco legal lo integran en general,

Planes y estrategias de protección ambiental.

Ley general del medioambiente y su reglamento.

Reglamentos de descarga de las aguas residuales ya sea en sistemas de tratamiento o cuerpos receptores.

Convenios y acuerdos ambientales interinstitucionales.

Ley de municipios (ley municipal).

Leyes y decretos orgánicos creadores de instituciones relacionadas con el sector.

Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de aguas residuales, domésticas, industriales y agropecuarias.

Reglamento de permiso y Evaluación de Impacto Ambiental.

Normas Técnicas nacionales relativas al manejo ambiental de mataderos, manejo de desechos sólidos no peligrosos, entre otros.

#### **4.7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

Se llama evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA) al análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que éstos están en condiciones de proporcionar. Pretende reducir, al mínimo, nuestra intrusión en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestra perspectiva, debiendo reconocer que no sabemos realmente lo que la pérdida de cualquier especie viviente puede significar para el equilibrio biológico.

El estudio de impacto ambiental (EIA) se ha convertido en un aspecto de suma importancia en la legislación de nuestro país.

##### **4.7.1 Elementos que deben considerarse en un EIA para un centro de faenado:**

Descripción del área de influencia del proyecto

El medioambiente físico

Caracterización climática.

Geología, geomorfología.

Recursos hídricos, superficial, calidad, usos.

Atmósfera

Variables atmosféricas.

Estudio local de calidad del aire.

Medio biológico

Ecosistemas naturales.

Medio socioeconómico y de infraestructura

Caracterización poblacional.

Densidad de población.

Usos y ocupación del suelo.

Infraestructura de servicios.

Relación sociedad/recursos ambientales.

**4.7.2 Descripción del proyecto.** Los principales elementos que puede contener esta parte del estudio pueden ser:

tecnología;

transporte: tipo, descripción, distancias, frecuencias, etc.;

otros de efluentes líquidos;

residuos sólidos, producción, tratamiento;  
emisiones gaseosas, tratamiento, número de fuentes de emisión;  
condiciones y medioambiente de trabajo;  
riesgos específicos de la actividad, ruidos, vibraciones, contaminación, relación con los vectores, especialmente moscas y roedores;  
seguridad operativa para los matarifes, seguridad para los usuarios y comunidad beneficiaria  
servicios;  
infraestructura, construcciones, afectaciones al medio, al suelo, al agua  
tratamiento

**4.7.3. Análisis de actividades impactantes.** Se deben identificar los impactos ambientales asociados a la inserción de proyecto en el medio. Se deberán analizar con énfasis los siguientes aspectos:

- a. identificación y cuantificación de impactos;
- b. positivos y negativos;
- c. críticos, severos, moderados, compatibles;
- d. directos e indirectos;
- e. cronología de los impactos;
- f. magnitudes a esperar;
- g. repercusiones de la obra o proyecto sobre la salud de la población;
- h. medidas mitigadoras de los impactos negativos;
- i. programa de monitoreo ambiental;
- j. parámetros a monitorear;
- k. frecuencia de las mediciones;
- l. planes de contingencia a desarrollar;

Se debe tomar en cuenta que dependiendo del tipo de proyecto o la dimensión de éste, la evaluación deberá enfocar los aspectos más relevantes y adoptar a tales efectos la metodología de evaluación apropiada.

**4.7.4 Medidas de mitigación.** Cualquier EIA debe incluir una sección sobre el plan de mitigación de aspectos del proyecto con potencial de tener un impacto negativo al medio ambiente. Debe tomarse en cuenta que un proyecto relacionado con el destace de ganado puede ser sometido a una Auditoría Ambiental, la cual es una herramienta de gestión que comprende una evaluación periódica, sistemática, objetiva y documentada sobre una organización, proyecto o gestión de equipos medio ambientales, para supervisar como se está cumpliendo la protección y salvaguarda del medio ambiente.

## **4.8 INSTALACIONES DE ENFRIAMIENTO Y REFRIGERACIÓN**

El rápido enfriamiento de la carne de las canales y de los despojos comestibles es esencial para evitar la pérdida debida a corrupción y la pérdida de peso y para cumplir las normas relativas al comercio al por menor o al comercio de exportación.

Este departamento y la instalación de los corrales son las zonas en cuya planificación se debe prever una expansión adecuada en el futuro. Esta consideración abarca, asimismo, el emplazamiento estratégico de las zonas de despacho.

**4.8.1 Almacenamiento no refrigerado**<sup>13</sup> La carne fresca encoge, pierde peso y es rápidamente atacada por bacterias del aire, de las manos y de la ropa de limpieza, así como de los medios de transporte. Como la reproducción de las bacterias aumenta con la temperatura y la humedad, el peligro es mayor en los trópicos; por este motivo, cuando no se dispone de refrigeración, tradicionalmente, la carne se vende al por menor en un plazo de doce horas desde la matanza, incluso con el peligro de pérdidas, debido al encogimiento, desechos y deterioro.

La carne de vaca se debe conservar, especialmente, si no se le añaden especias para cocinarla, con el fin de que envejezca y madure para que se haga más tierna y gustosa. Sin embargo, el método más importante de conservación, que produce escasas pérdidas de peso y valor y que mantiene más el gusto de la carne fresca así como sus cualidades nutricionales y organolépticas, es con mucho el sistema de enfriamiento por circulación forzada, particularmente si va acompañada de un control de la humedad.

**4.8.2 Conservación y almacenamiento por refrigeración.** Los cambios físicos, químicos y microbianos que se producen en la carne fresca son estrictamente una función de la temperatura y la humedad. El control de la temperatura y la humedad constituye, consecuentemente, en la actualidad el método más importante de conservación de la carne. Por ejemplo, el aumento de

las bacterias se reduce a la mitad con cada descenso de la temperatura de 10 °C y, prácticamente, se detiene en el punto de congelación; es decir, la carne se conservará, por lo menos, el doble de tiempo a 0 °C que la carne con un nivel análogo de contaminación, pero conservada a 7 °C; o se conservará, por lo menos, cuatro veces más tiempo a 0 °C que ha 10 °C.

De ello se deduce que, cuando la carne se conserva por enfriamiento, debe procederse al enfriamiento lo más rápidamente posible después de la matanza, independientemente de su destino final (consumo local o despacho a otros lugares). Al mismo tiempo, es preciso asegurarse de que la res muerta ha llegado

---

<sup>13</sup> Organización Mundial de la Salud, OMS – Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas. Roma 1990

al rigor mortis antes de enfriarse a 10 °C o a menos para que no se produzca una disminución del frío. Debe conservarse también, posteriormente, la temperatura de enfriamiento hasta que se utilice, es decir, debe existir una cadena del frío ininterrumpida desde el matadero hasta el consumidor. La temperatura ideal de almacenamiento de la carne fresca oscila en torno al punto de congelación alrededor de -1 °C (-3 °C para el tocino, debido a la presencia de sal).

Según el Instituto Internacional de Refrigeración, la duración prevista en almacén de los diversos tipos de carne conservados a esas temperaturas es la siguiente:

#### 4.8.3 Duración de la carne en almacén

Tabla 9. Duración de la carne en almacén

Tipo de carne	Duración prevista en almacén a -1 °C	Humedad relativa por ciento
VACA	Hasta 3 semanas	90
TERNERA	1 – 3 semanas	90
CORDERO	10 – 15 días	90 – 95
CERDO	1 – 2 semanas	90 – 95
DESPOJOS COMESTIBLES	7 días	85 – 90

Fuente: Reglamento de la FAO

## 5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS

### 5.1 MARCO TEORICO

Una planta de tratamiento para efluentes de centros de faenado, requiere ser diseñada para remover los niveles de contaminantes de parámetros tales como: DBO5, DQO, grasas y aceites, sólidos suspendidos y microorganismos patógenos, entre otros. Así mismo, la planta de tratamiento debe contar con una red para la recolección de aguas residuales:

Drenaje de la sangre,

Desagüe de los corrales y del estiércol de las tripas,

Desagüe de las áreas de la matanza, los subproductos y su tratamiento,

Desagüe de residuos domésticos,

Antes de iniciar el diseño de un sistema de tratamiento se debe realizar un estudio en el que se caracterizan tanto, el agua residual proveniente de la planta para determinar el grado de contaminación o carga orgánica que contienen; así como el suelo donde se podría ubicar el mismo. De esta información dependerá el tipo de tratamiento y el tamaño de las unidades de tratamiento.

Se describe a continuación, brevemente, los procesos de tratamiento que pueden utilizarse para centros de faenado municipales:

**5.1.1 Pre-tratamiento.** Es la primera operación a que se someten los residuos líquidos. Consiste en retener los sólidos y grasas que arrastra el agua y que podrían, por su tamaño y características, entorpecer el normal funcionamiento de las plantas de tratamiento.

**5.1.1.1 Rejas.** Dispositivos con aberturas de tamaño uniforme, donde quedan retenidas las partículas gruesas del efluente. El paso libre entre barras, se recomienda sea de 50 a 100 mm para sólidos gruesos y de 12 a 20 mm para sólidos finos.

Los principales parámetros de diseño son: tipo de residuos y pérdida de carga. En cuanto a la elección del sistema de limpieza de las rejas, ésta debe efectuarse en función de la importancia de la planta de tratamiento, de la naturaleza del vertido a tratar y, por supuesto, de las disponibilidades económicas.

Imagen 4: Rejillas Inclinadas



48 Fuente: PROACSA/SIGMA

**5.1.1.2 Trampa de grasas.** Consiste en un estanque rectangular, en el cual la sustancia grasa es empujada a la superficie y atrapada por un bafle.

**5.1.2 Tratamiento primario.** Consiste en la remoción de una cantidad importante de sólidos suspendidos y sedimentables, contenidos en las aguas residuales, mediante procesos físicos y/o químicos.

**5.1.2.1 Estanque homogenizador.** Requiere de un estanque aireador, que tenga una capacidad aproximada de un 60% del flujo diario, donde caudales punta, pH y temperaturas son homogenizados, resultando un efluente de características uniformes.

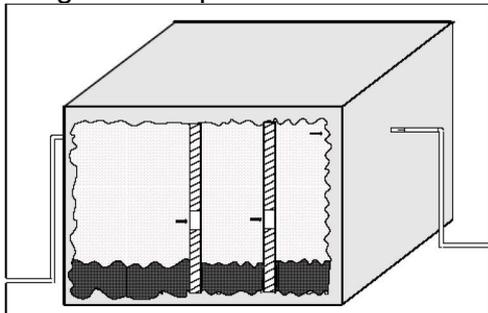
**5.1.2.2 Flotación.** Se utiliza para remover sólidos suspendidos y grasos remanentes; tiene mayor eficiencia que las rejillas y las trampas. La eficiencia puede incrementarse agregando floculantes químicos (aluminio, sales de hierro, etc.). El lodo de la flotación tiene un alto contenido de proteínas y grasas y puede ser usado para alimento de animales, después de pasteurizarlo o ser procesado en una planta recuperadora.

**5.1.2.3 Tanque séptico.** Unidad rectangular que ayuda a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en un efluente. En estas unidades, el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de sólidos, lo que permite una buena digestión por microorganismos anaerobios especializados. Se requiere que estos microorganismos permanezcan durante algún tiempo en el interior de la fosa. Luego de un tiempo razonable la fosa se deberá limpiar, sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir la generación posterior de la masa bacterial. Los principales parámetros de diseño son: caudal de diseño, volumen destinado para el almacenamiento de lodos y profundidad.

**5.1.3 Tratamiento secundario.** Consiste en la oxidación biológica de los sólidos suspendidos remanentes y de los sólidos orgánicos disueltos, medida como una reducción en la DBO5 del efluente.

Para seleccionar un sistema de tratamiento secundario, dependerá de un gran número de factores, entre los que están: requerimientos del efluente (estándares de descarga), sistema de pre-tratamiento escogido, la disponibilidad de terreno, regulaciones ambientales locales y factibilidad económica de una planta de proceso.

Imagen 5: Esquema del tratamiento primario



(Tanque séptico de forma rectangular).

**5.1.3.1 Tratamiento anaerobio:** este tipo de tratamiento requiere poco espacio, tiene un bajo costo de operación, baja producción de lodos y produce energía neta en forma de biogás (que puede ser reutilizado en el proceso productivo o comercializado). Entre las unidades de tratamiento anaerobio están: lagunas o pilas (facultativas y de maduración) y reactores (UASB, filtros anaerobios, etc.).

**5.1.3.1 Tratamiento aeróbico:** todos los métodos de tratamiento aeróbico pueden ser aplicados a los efluentes de rastros: lagunas aireadas, lodos activados, filtros de goteo, etc.

En el cuadro siguiente (tabla 10); se presentan los porcentajes de remoción esperados a través de las experiencias en diferentes sistemas de tratamiento para las industrias procesadoras de la carne.

Tabla 10. Remociones tratamiento secundario

Sistema de tratamiento	Denominación común	DBO <sub>5</sub> %	DQO %	THN %	SST %	Aceites y grasas (%)
Mecánico	Filtración	5-15	5-15	-----	25-40	5-10
Mecánico + físico	Flotación de aceites	30-45	30-45	5-15	80-85	>90
Mecánico + fisicoquímico	Floculación/ flotación	70-80	70-80	50-60	90-95	>95
Mecánico + físico+biológico	Biológico	95-99	>90	85-97	>95	>95
Mecánico + físicoQco. + biológico	Biológico	95-99	>90	85-97	>95	>95

**5.1.3 Re-uso de aguas residuales.** El re-uso de aguas residuales, tratadas a nivel primaria o secundaria, para la agricultura puede ser una forma de prevenir la contaminación de aguas superficiales con nutrientes, y presenta la oportunidad de minimizar el uso de fertilizantes por lo agricultores. Sin embargo, aguas residuales pueden contener agentes infecciosas o contaminantes peligrosos a la salud, y su re-uso debe ser manejado con precaución, relacionando el nivel de tratamiento y el tipo de re-uso según normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

**5.1.4 Tratamiento de aguas residuales por humedales artificiales.** Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales, que sean insuficientes para mantener condiciones saturadas. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de la luz solar.

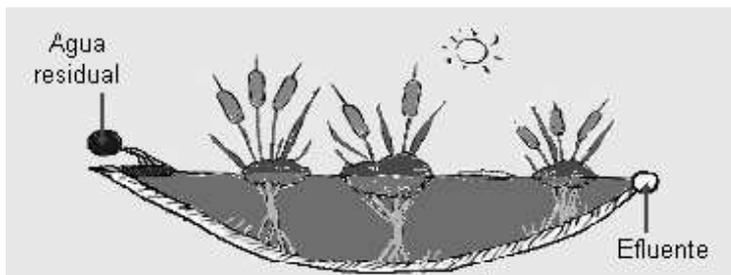
Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales:<sup>14</sup>

Fijar físicamente los contaminantes y la materia orgánica en la superficie del suelo. Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos adheridos al sustrato sumergido.

Lograr niveles de tratamiento consistentes con una bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

Existen dos tipos de sistemas de humedales artificiales desarrollados para el tratamiento de agua residual: sistemas a flujo libre (FWS) y sistemas de flujo subsuperficial (SFS); véase Imagen 6 y 7. En los casos en que se emplean para proporcionar tratamiento secundario o avanzado, los sistemas FWS suelen consistir en balsas o canales paralelos con la superficie del agua expuesta a la atmósfera y el fondo constituido por suelo relativamente impermeable o con una barrera subsuperficial, vegetación emergente, y niveles de agua poco profundos (0.1 a 0.6m).

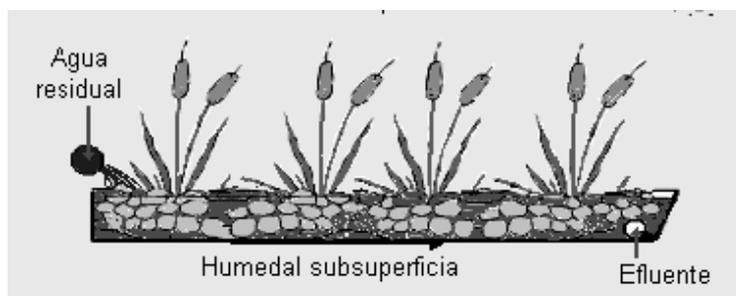
Imagen 6. Humedal de flujo superficial



---

<sup>14</sup> LARA Borrero Jaime A. Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Barcelona 1999, p.2.

Imagen 7. Humedal de flujo subsuperficial



Fuente: SEMARNAT23, 1999

**5.1.4.1 Descripción de humedales de flujo subsuperficial.**<sup>15</sup> Un humedal artificial de flujo subsuperficial (FS, *subsurface flow wetlands*) está diseñado específicamente para el tratamiento de algún tipo de agua residual, o su fase final de tratamiento, y está construido típicamente en forma de un lecho o canal que contiene un medio apropiado. La grava es el medio más utilizado en Estados Unidos y Europa, aunque también se ha utilizado roca triturada, grava, arena y otro tipo de materiales del suelo. El medio se planta normalmente con los mismos tipos de vegetación emergentes presentes en las praderas inundadas y, por diseño, el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie del medio.

Las principales ventajas de mantener un nivel subsuperficial del agua son la prevención de mosquitos y olores y la eliminación del riesgo de que el público entre en contacto con el agua residual parcialmente tratada.

Los humedales FS normalmente incluyen una o más cuencas o canales de poca profundidad de fondo recubierto para prevenir la percolación a la capa freática susceptible a la contaminación. El tipo de recubrimiento depende de las condiciones locales. En algunos casos la compactación del suelo local es adecuada, mientras que en otros se debe traer arcilla o utilizar recubrimiento de membranas plásticas (PVC o PAD).

Las estructuras de entrada y descarga se emplean para asegurar la distribución adecuada y la recolección uniforme del agua residual aplicada. El método más comúnmente utilizado en los sistemas de menor tamaño consiste de una tubería múltiple perforada. La profundidad del medio en estos humedales FS tiene un rango de 0.3 a 0.9 metros, siendo el valor más común el de 0.6 metros. El tamaño del medio va desde la grava fina ( $\geq 0.6$  cm o  $\geq 0.25$  pulgadas) hasta roca grande triturada ( $\geq 15.2$  cm o  $\geq 6$  pulgadas); La combinación de tamaños de 1.3 a 3.8 cm (0.5 a 1.5 pulgadas) es la más comúnmente usada. Este medio de grava debe ser

---

<sup>15</sup> SEMARNAT, 1999, p.101

de piedras limpias, duras y duraderas, con capacidad de retener su forma y la permeabilidad del lecho del humedal a largo plazo.

La vegetación emergente más comúnmente utilizada en humedales FS incluye las espadañas y enneas (*Typha* spp.), los juncos (*Scirpus* spp.) y los carrizos (*Phragmites* spp.).

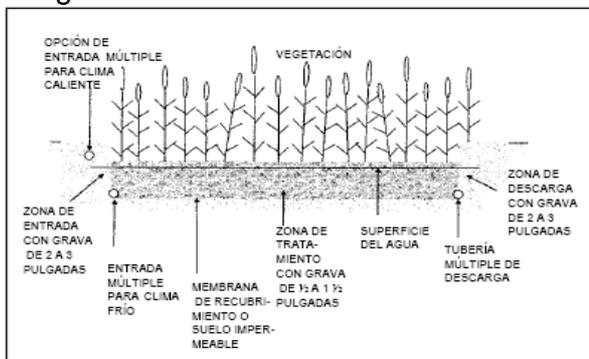
La vegetación en un humedal FS no es un factor significativo en la remoción de nutrientes y no se requiere su poda. En climas fríos, la acumulación de detritos vegetales sobre el lecho de grava proporciona un aislamiento térmico que es útil durante los meses de invierno. Las raíces de las plantas sumergidas proporcionan sustrato para los procesos microbiológicos y dado que la mayoría de las macrófitas emergentes pueden transmitir oxígeno de las hojas a las raíces, se presentan microzonas aeróbicas en la superficie de las raíces y los rizomas. El resto del medio sumergido de los humedales FS tiende a carecer de oxígeno.

Esta falta general de oxígeno limita la remoción biológica del amoníaco, pero aún así el sistema es efectivo en la remoción de DBO, SST, metales y algunos contaminantes orgánicos prioritarios, dado que su tratamiento puede ocurrir bajo condiciones aeróbicas y anóxicas. La remoción de nitratos por desnitrificación biológica también puede ser muy efectiva dado que las condiciones anóxicas requeridas están siempre presentes y se cuenta con suficientes fuentes de carbono.

Dado que los humedales FS pueden lograr una remoción efectiva tanto de la DBO5 como de los SST, no hay la necesidad de altos niveles de remoción de estos constituyentes en el tratamiento primario.

Los humedales FS no proporcionan el mismo nivel de hábitat que los FLS debido a que el agua en el sistema no está expuesta ni disponible para las aves y otros animales.

Imagen 8. Características de un humedal de flujo subsuperficial



Fuente: adaptado de un dibujo de S.C. Reed, 2000.

**5.1.4.2 Aplicabilidad de humedales de flujo subsuperficial.** Los humedales FS están mejor adaptadas para aplicaciones de tamaño pequeño y mediano ( $\leq 227,100$  l/día) y en sistemas de mayor tamaño en los cuales se tiene un potencial significativo de contacto con el público, mosquitos o generación de olores. Su uso en sistemas de tratamiento en el punto de origen proporciona un efluente de alta calidad para la aplicación al terreno, y algunas autoridades permiten una reducción significativa en el terreno requerido para disposición final del efluente. Los humedales FS remueven en forma confiable la DBO, la DQO y los SST, y con tiempos de retención suficientemente largos también pueden producir bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo. Los metales son también removidos eficazmente y se puede esperar también una reducción de coliformes fecales en sistemas diseñados para producir efluentes de tratamiento secundario o avanzado.

**5.1.4.3 Vertidos que admiten el uso de humedales.**<sup>16</sup> Los diferentes sistemas existentes para el tratamiento de aguas residuales, son eficaces ante cualquier vertido con productos orgánicos, siendo más o menos sensibles ante la presencia de productos fitotóxicos\*.

Vertidos que se pueden tratar con humedales:

- Aguas de minas metálicas.
- Aguas de minas de carbón.
- Pluviales contaminadas con productos fitotóxicos o muy diluidos
- Aguas de industrias del metal que no generen productos directamente fitotóxicos.
- Aguas de industrias agroalimentarias con **fuerte carga orgánica**.
- Aguas de industrias o de actividades ganaderas: Granjas, **Mataderos**, Lácteas
- Aguas de industrias peleteras (tenerías, etc.).
- Aguas de industrias conserveras.
- Aguas residuales de piscicultura
- Aguas de industrias de los hidrocarburos (petroquímicas).
- Aguas residuales de industrias papeleras.
- Lixiviados de vertedero (relleno sanitario).
- Aguas residuales urbanas.
- Aguas residuales de refinerías de petróleo.
- Aguas residuales de laboratorios químicos.
- Aguas residuales de industrias azucareras.

---

<sup>16</sup> SEOÁNEZ Calvo Mariano. Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales. Madrid, 1999 p.45

#### 5.1.4.4 Principales componentes de los humedales <sup>17</sup>

Los humedales naturales poseen dos componentes que cumplen un papel importante en el sistema de tratamiento, las plantas y los microorganismos.

Los sistemas de flujo bajo la superficie tienen un tercer componente fundamental, el medio filtrante. En la tabla 11, se presenta una síntesis de las funciones principales de cada uno de estos componentes.

• **Medio filtrante** En los sistemas de flujo superficial, el papel del suelo es poco importante. Mientras el medio filtrante tenga buena capacidad de absorción, podrá permitir la acumulación de fósforo, si las condiciones son favorables. Para hacerlo se requiere que los iones de hierro o aluminio estén disponibles<sup>18</sup> Los substratos en los humedales artificiales incluyen suelo, arena, grava, roca, y materiales orgánicos como el compost. Sedimentos y restos de vegetación se acumulan en el humedal debido a la baja velocidad del agua y a la alta productividad típica de éstos sistemas. El substrato, sedimentos, y los restos de vegetación son importantes por varias razones:

- Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del substrato.
- El substrato proporciona almacenamiento para muchos contaminantes.
- La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal. La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, la fijación de microorganismos, y es una fuente de carbono, que es la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal.

---

<sup>17</sup> LARA Borrero Jaime A. Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Barcelona, 1999, p.15

<sup>18</sup> Esser, D, 1989

\* Fitotóxico: que mata o inhibe el crecimiento de plantas o nocivos para la fauna dulce acuícola.

Tabla 11. Funciones de los componentes de un humedal

ELEMENTOS DEL PROCESO	PRINCIPALES FUNCIONES	NOTAS
VEGETACIÓN	Mantener la capacidad hidráulica del suelo	-Para el desarrollo de raíces y rizomas.
	Suministrar oxígeno al suelo	- Se destacan las cañas (phragmites australis), plantas emergentes tales como la thypa y el junco también tienen esta propiedad.  - Solo durante el día.  - Solo cerca de las raíces.
	Consumir nutrientes (N,P,etc)	- Sobre todo en el período de crecimiento de las plantas.  - Cuando la necesidad de las plantas se satisface ya no lo consumen.  - La poda de plantas permite asegurar una cierta remoción de nutrientes.  - Ciertas plantas consumen mucho fósforo (ej: bulbos de agua, algas, jacintos de agua, etc)
	Mantener bacterias	Alrededor de las raíces o de las espigas
MICROORGA/MOS	Remoción de DBO	- Pueden estar fijados en el suelo o en la superficie  - Buena eficiencia aún en invierno (disminuye la eficiencia cerca del 25%)
	Nitrificación /desnitrificación	- Si se acierta en crear condiciones secuenciales aerobias y anaerobias,  - La eficiencia disminuye mucho en invierno
SUELOS	-Remoción de SST	- Eficiente cuando el medio es fino (arena)
	Remoción de nutrientes (fósforo) y de ciertos metales por absorción.	- Es posible si el medio contiene parcialmente iones ferrosos, de aluminio u otros que puedan favorecer la absorción.  - En la medida que la capacidad de absorción se completa y se disminuye la remoción de nutriente será eficiente a largo plazo.
	Mantener bacterias	-Un desarrollo muy grande de bacterias especialmente anaerobias puede colmatar el lecho filtrante.

Fuente: Seoáñez, 1999

- Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal.
- La permeabilidad del substrato afecta el movimiento del agua a través del humedal.
- Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del substrato.
- El substrato proporciona almacenamiento para muchos contaminantes.
- La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal. La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, la fijación de microorganismos, y es una fuente de carbono, que es la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal.

Las características físicas y químicas del suelo y otros substratos se alteran cuando se inundan. En un substrato saturado, el agua reemplaza los gases atmosféricos en los poros y el metabolismo microbiano consume el oxígeno disponible y aunque se presenta dilución de oxígeno de la atmósfera, puede darse lugar a la formación de un substrato anóxico, lo cual será importante para la remoción de contaminantes como el nitrógeno y metales.

El flujo del agua a lo largo de las celdas del humedal depende del gradiente hidráulico en la celda, así como la conductividad hidráulica (ks), el tamaño y la porosidad del medio utilizado. En la Tabla 12, se presentan las características típicas del medio a ser potencialmente utilizado en humedales FS.

Tabla 12. Características material granular

<b>Medio</b>	<b>Tamaño efectivo, (mm)</b>	<b>Porosidad (%)</b>	<b>Conductividad hidráulica (m/d)</b>
Arena media	1	30	500
Arena gruesa	2	32	1000
Arena y grava	8	35	5000
Grava media	32	40	10000
Grava gruesa	128	45	100000

En relación con el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, se debe tener en cuenta la siguiente reglamentación.

**Tabla 13.** Reglamentación en cuanto al aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales.

<b>DECRETOS Y TIPOS DE PERMISOS</b>	
<p style="text-align: center;"><b>CONCESIÓN DE AGUAS</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1541 de 1978</p>	<p style="text-align: center;"><b>APROVECHAMIENTO FAUNA SILVESTRE</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1608 de 1978 Ley 84 de 1989 Ley 611 de 2000</p>
<p style="text-align: center;"><b>VERTIMIENTOS</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1594 de 1984</p>	<p style="text-align: center;"><b>APROVECHAMIENTO FORESTAL</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1449 de 1977 Decreto 1791 de 1996</p>
<p style="text-align: center;"><b>OCUPACIÓN DE CAUCES</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974</p>	<p style="text-align: center;"><b>OCUPACIÓN DE CAUCES</b></p> <p>Decreto 2104 de 1983 Decreto 605 de 1996 Resolución 2309 de 1986 (Residuos peligrosos)</p>
<p style="text-align: center;"><b>EMISIONES ATMOSFÉRICAS</b></p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 002 de 1982</p>	

Fuente: Minambiente, 2002

**La vegetación.** Las plantas acuáticas, llamadas también macrofitas, están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos; ya sea en la zona de interfase agua-tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergida.<sup>28</sup> Se encuentran plantas emergentes tales como la quinuilla (*Thypha sp.*), la caña (*Phragmites Australis*), y el junco (*Juncus sp.*), plantas flotantes tales como los bulbos de agua (*Lemna minor*), o lentejilla (*Lemna sp.*), el jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) y el hidrocótilo de América (*Hydrocotyle umbellata*), lo mismo que plantas sumergidas tales como la miríofila de espiga (*Myriophyllum spicatum*), la elodea del Canadá (*Elodea canadensis*) y el potamote (*Potamogeton sp.*). Cada una de las especies pueden crecer en situaciones particulares y la elección debe estar asociada a las condiciones de operación de los sistemas. En efecto por ejemplo la caña (*Phragmites Australis*), que es la más comúnmente utilizada, es una planta que

crece naturalmente a orilla de los humedales, en sectores donde hay períodos de sequía donde el nivel medio de la capa está a menudo cerca de la superficie.

De otra parte, cuando el sistema está ligeramente sumergido (200 a 300mm de agua) en forma permanente, las condiciones del medio son mucho más favorables a la quinuilla (*Thypha sp*) (Radoux, 1986). Si la profundidad del agua alcanza 1m, el junco (*juncus sp*) se verá favorecido. Las plantas flotantes se revelan como interesantes para la remoción del fósforo y ciertos nutrientes ya que su crecimiento es muy rápido y su recolección es relativamente fácil (Hancock, 1991). El medio debe ser mantenido en superficie libre con espesores de agua que pueden variar alrededor de 600 a 1200mm. Las principales plantas flotantes utilizadas son los bulbos (*Lemna sp.*) y el jacinto de agua (*Eichornia crassipes*). El crecimiento de ésta última está limitado a climas cálidos puesto que no resiste el hielo (W.P.C.F., 1990). Las plantas sumergidas tienen normalmente un papel complementario y se encuentran en ciertos sistemas en combinación con otras plantas. Son en general muy sensibles a todo límite de paso de luz y a concentraciones de SST elevados pueden disminuir de manera importante su crecimiento.<sup>19</sup>

- **El junco (*Scirpus californicus*)** Esta planta pertenece a la familia de las *cyperáceas*, capaz de crecer satisfactoriamente en agua a profundidades de 5cm a 3m. Las temperaturas deseables son 16-27°C. Se encuentran juncos creciendo en un pH de 4 a 9. La mayoría de las especies tienen un crecimiento moderado y pueden lograr un buen cubrimiento en un término de un año con separaciones de aproximadamente 0.3 m. Algunas variedades crecen más rápido y pueden cubrir en un año con un espaciamiento algo menor (entre 0.3 y 0.6 m). Penetra en grava aproximadamente 0.6m por lo que son muy usadas en humedales subsuperficiales.<sup>20</sup>

En la zona se conoce también como **Carrizo**, tienen un rizoma o tallo subterráneo muy robusto con el que se anclan firmemente al suelo blando del pantano y desarrollan allí una red de la que brotan los largos tallos aéreos cilíndricos y erguidos de verde intenso que se arquean. Las cañas del junco se usaban para la fabricación de esteras. Al desaparecer estos juncos, los restos vegetales con el tiempo (millones de años) contribuyen a la formación de las llamadas turberas, una especie de suelo negro con alto contenido de materia orgánica que se cree es precursor del carbón mineral o carbón de piedra. En cuanto a sus raíces, son una fuente de oxigenación del suelo, crean microzonas aerobias además, en conjunto con las zonas anaerobias y anóxicas permiten la nitrificación y desnitrificación.

---

<sup>19</sup> EPA, 1998.

<sup>20</sup> LARA Borrero Jaime A. Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Barcelona 1999, p.20.

Sirven de soporte para el desarrollo de películas bacterianas, contribuyen a estabilizar los sedimentos y ayudan a la infiltración y permeabilidad del sustrato.

Hay que destacar, que estas plantas a la vez que son altas productoras de biomasa, depuran el cuerpo de agua donde se desarrollan. Además de los procesos físicos de remoción que pueden ocurrir (sedimentación), las plantas acuáticas sirven como sustrato que ayuda a mantener la actividad microbiana la cual contribuye a la disminución de la DQO, y además, disminuyen el contenido de nitrógeno, fósforo, metales pesados y algunos compuestos orgánicos que la planta toma del medio <sup>21</sup>

La función fundamental de las plantas acuáticas en este último mecanismo es asimilar, concentrar y almacenar contaminantes en un corto período de tiempo, de forma que su cosecha posterior resulte en una remoción permanente de estos contaminantes del sistema

**Los microorganismos.** Los microorganismos cumplen un papel importante en todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales a partir de las plantas. Ya sean aerobias o anaerobios, consumen la parte carbonada de las aguas residuales para transformarla principalmente en CO<sub>2</sub>, para las bacterias aerobias y también en metano para las bacterias anaerobias.

Mientras sea posible mantener las condiciones secuenciales aerobias y anaerobios, las bacterias nitrificantes van a transformar el nitrógeno amoniacal en nitritos y nitratos en las zonas aireadas y las bacterias denitrificantes van a permitir la transformación de los nitratos y nitritos en nitrógeno gaseosos en las zonas anaerobias.

Los microorganismos crean además paredes biológicas que facilitan la sedimentación de las partículas y son fundamentales en la remoción de SST, principalmente en los sistemas de flujo superficial. Al contaminarse el agua con productos orgánicos, transcurre un período variable hasta que el agua puede volver a estar limpia. El proceso se llama autodepuración, y se debe en cierta forma a las bacterias. Una vez terminada la autodepuración, desaparecen las sustancias orgánicas y el agua vuelve a ser rica en oxígeno y clara, aunque por otra parte puede contener productos inorgánicos.

En esta etapa del proceso se presentan las siguientes fases:<sup>22</sup>  
- Aporte de materia orgánica.

---

<sup>21</sup> Thomas 1993

<sup>22</sup> SEOÁNEZ, Mariano. Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales. Madrid, 1999 p.166

- Desarrollo masivo de bacterias.
  - Gran consumo de oxígeno.
  - Las capas más profundas se quedan sin oxígeno y sólo viven allí organismos anaerobios.
  - Predominan las fermentaciones.
  - Dominan las reducciones.
  - Muy pocas oxidaciones.
  - Sedimentación de lodos en putrefacción.
  - Formación del metano.
  - En la descomposición de las proteínas se forman SH<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>.
  - Las sulfobacterias forman en el fondo costras blancas o rojizas.
  - Una vez descompuesta casi toda la materia orgánica, ya no se consume enseguida todo el oxígeno del aire, por lo que empiezan a establecerse bacterias aerobias, que oxidan a muchos productos contaminantes.
  - Al reducirse la materia orgánica disponible, y por tanto su alimento, desciende drásticamente la abundancia de bacterias.
- Formación de una cadena de procesos por parte de bacterias especializadas, que llevan al final a la mineralización de toda la materia orgánica.  
La velocidad del proceso depende de:<sup>23</sup>

- Movimiento del agua:  
Rápido: toma más oxígeno del aire, y más autodepuración.  
Lento (aguas estancadas, etc.): menos oxígeno y menos autodepuración.

- Profundidad:  
A más profundidad, menos oxígeno y menos autodepuración.  
En superficie, más oxígeno y más autodepuración.

Al entrar más el oxígeno en las aguas poco profundas, más descomposición oxidativa.

- Movimiento-profundidad.  
Cursos rápidos y poco profundos: más autodepuración  
Cursos lentos y profundos: menos autodepuración.

- Presencia-ausencia de productos tóxicos.

**5.1.4.5 Funcionamiento del humedal** En este tipo de humedal el agua fluye por debajo de la superficie de un medio poroso sembrado de plantas emergentes. El

---

<sup>23</sup> SEOÁNEZ, Mariano. Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales. Madrid, 1999 p.167

medio poroso es grava y arena con tamaños efectivos entre 1 y 128 (mm) y con pendiente de 0 a 0.5%

Imagen 9. Humedal en construcción



Fuente: Granja agropecuaria Cogua.

Para cuantificar el rendimiento de un humedal de flujo subsuperficial en cuanto a la remoción de contaminantes, se ha propuesto el modelo básico de flujo en pistón con incorporación de diferentes coeficientes empíricos.

El agua se puede mover tanto de forma horizontal como verticalmente a través de la zona radicular de las macrofitas. En definitiva, en los sistemas de flujo subsuperficial no existe lámina de agua a la vista del observador.

Los sistemas de humedales subsuperficiales utilizan una capa de suelo o grava como sustrato para el crecimiento de las plantas. Los flujos de agua atraviesan por gravedad y horizontalmente el sustrato y las raíces de las plantas. Durante el paso del agua residual a través del sistema radicular de las plantas, la materia orgánica se descompone biológicamente, el nitrógeno puede ser desnitrificado y el fósforo y los metales pesados son fijados en el suelo. Las plantas tienen dos importantes funciones en este proceso: suministrar oxígeno a los microorganismos en la rizosfera e incrementar y estabilizar la conductividad hidráulica del suelo.

**5.1.4.6 Manejo y cuidado del humedal.** Para mantener adecuadamente el humedal, promover el crecimiento activo y evitar la proliferación de mosquitos, se aconseja cosechar periódicamente la vegetación emergente. Sin embargo, para la cosecha se requiere sacar de servicio el humedal, antes y después del trabajo de recolección, durante varias semanas, lo cual es desventajoso. Para la siembra o

trasplante de la vegetación, se debe proveer el período requerido, el cual puede ser hasta de dos años.<sup>24</sup>

La vegetación muerta y la hojarasca contribuyen con la cantidad de materia orgánica que el humedal debe descomponer, y en consecuencia, con los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua. Una práctica común es la poda o cosecha de las plantas presentes a fin de disminuir la caída de tejido muerto (Carga orgánica) dentro del sistema. Sin embargo, la remoción de materia vegetal debe ser moderada, de lo contrario el suelo no tendrá oportunidad de aumentar su contenido de materia orgánica, sobre todo si se trata de arena o grava, y contribuirá poco en el tratamiento del agua. Los desechos vegetales son colonizados por los hongos y las bacterias, posteriormente los macroinvertebrados acuáticos los transforman en partículas más pequeñas que pueden ser degradadas o utilizadas por otros componentes del sistema.

La superficie del humedal debe ser cubierta con vegetación. La elección de la vegetación depende del tipo de residuos, de la radiación solar, la temperatura, la estética, la vida silvestre deseada, las especies nativas y la profundidad del humedal. Se deben usar dos celdas en serie. Las celdas deben ser impermeabilizadas para evitar la infiltración. Es esencial que las raíces tengan siempre acceso a agua en el nivel de los rizomas en todas las condiciones de operación. Para medios muy permeables con alta conductividad hidráulica (tales como la grava), se recomienda que el nivel del agua se mantenga alrededor de 2 a 5 cm por debajo de la superficie del lecho.<sup>25</sup>

**5.1.4.7 Protección del humedal.** Principalmente, es aconsejable, utilizar cercas alrededor del humedal como medida de protección. Realizar podas a la vegetación cada vez que lo requiera, para el buen crecimiento y desarrollo de la misma como medida preventiva en la proliferación de maleza. Para la cosecha de la vegetación, se requiere sacar de servicio el humedal por un tiempo estimado, antes y después del trabajo de recolección.

**5.1.4.8 Inconvenientes más frecuentes.** El principal inconveniente en este tipo de humedales, es la colmatación de los espacios libres del lecho, a causa del gran crecimiento de las raíces y rizomas de las macrofitas, lo que puede llegar a establecer caminos preferenciales para el agua, con lo que se reduce el tiempo de retención y por lo tanto, la capacidad de depuración del filtro. Previamente a la adición del medio filtrante en el canal, es importante lavar muy bien el material granular, puesto que allí, se eliminan aquellos residuos u objetos extraños que puedan ocasionar colmatación en el lecho.

---

<sup>24</sup> ROMERO R, p. 897.

<sup>25</sup> ROMERO R. p. 1075

## **6. TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS**

En el rubro faenador de la carne, prácticamente, todos los residuos sólidos generados son recuperables. Sin embargo, los lodos, provenientes de las plantas de tratamiento de sus residuos líquidos y el estiércol generado en los corrales requieren de un tratamiento y/o una disposición final adecuada. El exceso de lodos resultantes del tratamiento a los efluentes puede ser tratado (mezclado y dispuesto) junto con el estiércol de los corrales. Respecto del estiércol, la aplicación directa como mejorador de suelos, es el método preferido de utilización.

### **6.1 COMPOSTAJE**

El compostaje o "composting" es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (Residuos del matadero, excrementos de animales y residuos carros transportadores de los animales vivos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

### **6.2 PROPIEDADES DEL COMPOST.**

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

### **6.3 LAS MATERIAS PRIMAS DEL COMPOST**

En la planta de beneficio se aprovechará como materia prima los restos y el estiércol de animales, restos de vegetales, aserrín y los restos de comida de los animales vivos. Es preciso triturar los residuos antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga. Las hojas tardan en descomponerse entre 6 meses a dos años por eso se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

#### **6.4 FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE**

Para que los microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. Además de factores complejos que intervienen en el proceso biológico del compostaje, donde influyen las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

**6.4.1 Temperatura.** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

**6.4.2 Humedad.** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

**6.4.3 pH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)

**6.4.4 Oxígeno.** El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

**6.4.5 Relación C/N equilibrada.** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la

relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero.

**6.4.6 Población microbiana.** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes. Una población comienza a aparecer mientras otras están en su máximo o ya están desapareciendo, en una primera etapa aparecen bacterias y hongos mesófilos con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega a 40 °C, aparecen bacterias y hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 70° cesa la actividad microbiana. Al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, miriápodos, etc.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y actinomicetos están situados a 5-15 cm de la superficie, dándole un aspecto grisáceo característico.

## **6.5 EL PROCESO DE COMPOSTAJE.**

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

**6.5.1 Mesolítico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

**6.5.2 Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

**6.5.3 Enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

**6.5.4 Maduración.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

## **6.6 FABRICACIÓN DE COMPOST.**

**6.6.1 Compostaje en montón.** Es la técnica más conocida y se basa en la construcción de un montón formado por las diferentes materias primas, y en el que es importante:

Imagen 10. Pilas de compost



Fuente: Worms Argentina

**6.6.1.1 Realizar una mezcla correcta.** Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. Cuando los restos son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón lo que perjudica el proceso de compostaje.

Es importante que la relación C/N esté equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes y los restos de animales de mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posibles materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos.

**6.6.1.2 Formar el montón con las proporciones convenientes.** El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo. Para ello se intercalarán entre los materiales vegetales algunas capas de suelo fértil. Estará situado al sol y al abrigo del viento, protegiéndolo de la lluvia con una lámina de plástico o similar que permita la oxigenación.

Se realizará la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1,2 metros, con una anchura de base de 1m.

**6.6.1.3 Manejo adecuado del montón.** Una vez formado el montón es importante realizar un manejo adecuado del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme. La humedad debe mantenerse entre el 40 y 60%. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas con palas. Eventualmente, los líquidos que desprenden las pilas objeto de compostaje (los lixiviados) se recogen y sirven para continuar regando las pilas.

Si el montón está saturado, tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas. En general, un compost bien elaborado tiene un olor característico.

Normalmente se voltea cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses se obtiene un compost joven pero que puede emplearse semienterrado. El compost, ya maduro, se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso.

Finalmente, se obtiene un compost maduro y estable que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos.

## 7. ANÁLISIS Y PROCESO DE DISEÑO

### 7.1 PREMISAS DE DISEÑO

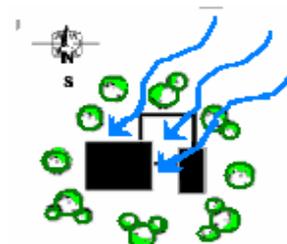
Se les llama así a los lineamientos básicos y necesarios que debe cumplir el Centro de faenado Municipal de Córdoba, para lograr un funcionamiento lógico y apropiado en las distintas actividades y áreas, ya sean estas exteriores o interiores. Los criterios generales para la planificación y diseño de un centro de faenado deben ajustarse a lo siguiente:

- a. ingreso y recepción del ganado a los corrales;
- b. corrales para observación y sacrificio;
- c. área de insensibilización;
- d. preparación higiénica de las canales, una inspección sanitaria adecuada;
- e. recuperación y tratamiento de subproductos comestibles y no comestibles;
- f. decomiso de carne contaminada;
- g. almacenamiento higiénico de las canales y de los subproductos comestibles;
- h. transportar de forma adecuada el producto hacia los diferentes establecimientos donde será vendida a la población en general.

#### 7.1.1 Premisas ambientales

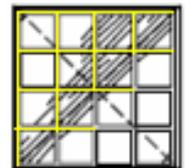
Orientar la edificación en contra de los vientos predominantes.

Crear una barrera natural con árboles, que evitan la propagación de malos olores y crean una visual agradable



Fuente: el autor

Utilizar barreras en los corrales o áreas de permanencia de los animales y en las ventanas, para evitar la proliferación de moscas y demás animales no deseados.



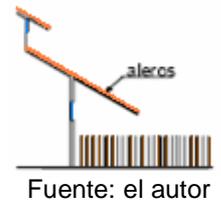
Fuente: el autor

Es importante verificar la ventilación cruzada en el área de destace.



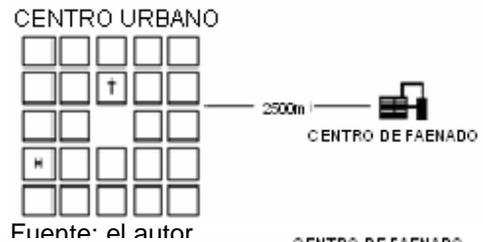
Fuente: el autor

Techar por lo menos el 50% de los corrales.  
 Proveer de aleros grande capaces de soportar las fuertes lluvias y el sol.

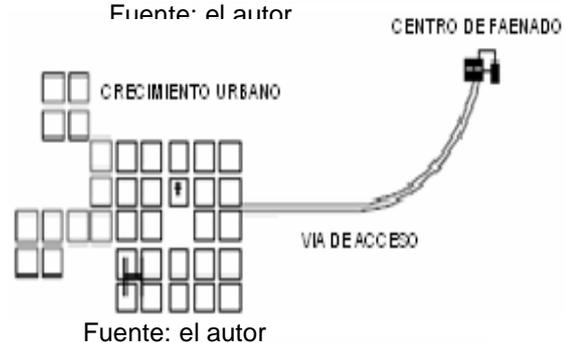


### 7.1.2 Premisas urbanas

El terreno debe localizarse a 2500 m de cualquier zona habitacional, recreativa o administrativa



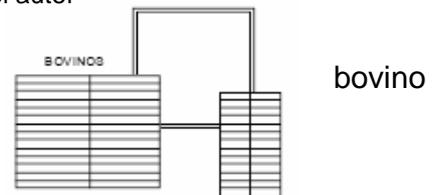
Debe estar localizado en dirección contraria al crecimiento urbano, y si existe en el EOT o POT zona industrial, ahí deberá ser ubicado



Debe estar ubicado en zona de fácil acceso para el ingreso del ganado y salida del producto

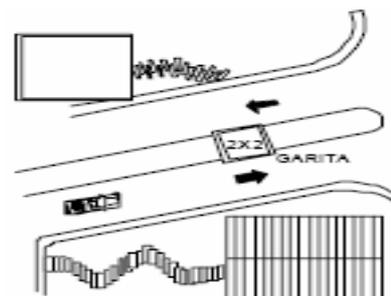
### 7.1.3 Premisas funcionales

Es mejor colocar las instalaciones de ganado separado del de ganado porcino para evitar problemas de funcionamiento.



Debe haber una garita de control en el ingreso general del centro de faenado y debe tener 2.60 m de altura y dimensiones mínima de 2 x 2m.

Se deben considerar áreas de descarga con altura adecuada por medio de plataformas.



Se debe contar con corrales para animales enfermos o sospechosos que los aislen de los que se van a sacrificar.

Contar con manejo y disposición adecuada de residuos líquidos y sólidos.

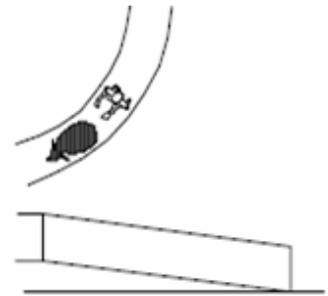
Abastecer de suficiente agua potable a través de un tanque alto de reserva. Se exige un almacenamiento de agua de cómo mínimo 1 día.

La acometida eléctrica es importante para el óptimo funcionamiento del establecimiento.

Las puertas deben ser de 1.20 m de ancho por las actividades que se realizan de forma simultanea

Es eficiente una manga recta para la descarga de los animales pero no para conducirlos a la nave de faenado.

La persona que conduce los animales al sacrificio debe ir detrás del animal.



Fuente: el autor

Las mangas deben construirse firmes de manera segura para los animales y que no se estresen camino a los corrales o sacrificio.



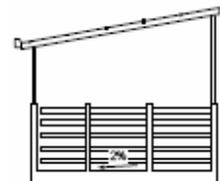
correcto

Aplicar radios de giro para circulación vehicular

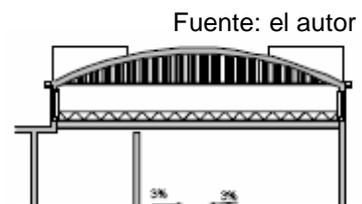


incorrecto

El piso de los corrales debe tener pendiente del 2 % para evacuación de aguas y desechos.



El piso del área de sacrificio debe tener pendiente del 3% hacia los desagües.

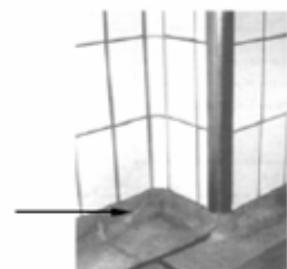


Fuente: el autor

Fuente: el autor

#### 7.1.4 Premisas constructivas

Los pisos de concreto escobillado se utilizaran en áreas de circulación peatonal y piso de concreto alisado en áreas donde se necesite limpiar



constantemente con agua a presión, el área administrativa en piso cerámico.

El diámetro mínimo de los desagües dentro de la zona de matanza será mínimo de 0.10m

Los ángulos entre el piso y la pared, dentro del área de faenado, debe ir a media caña no es escuadra para evitar la acumulación de suciedad.

Los acabados deben ser impermeables, de fácil lavado y desinfección. Es recomendable el uso de azulejo hasta una altura de 1.80 de la parte interior del área de faenado

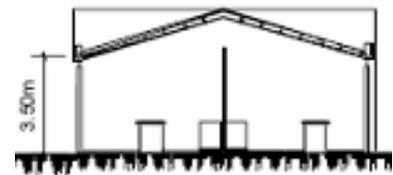
Fuente: el autor.

### 7.1.5 Premisas espaciales

La administración por lo general se coloca cerca al ingreso principal.

Los baños y vestidores se colocan fuera de área de matanza

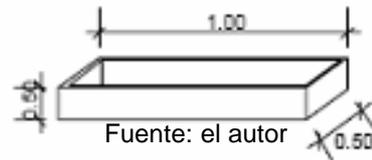
Los techos deben tener una altura mínima de 3.50 m en las áreas de trabajo, para evitar una fuente directa de contaminación de los productos.



Fuente: el autor

Se debe contar con una báscula para el pesaje del animal previo a ser sacrificado, debe estar cerca del área de desembarque.

Los bebederos deben ser alargados y estrechos, para Bovinos de 1 x 1.50 y de 50 – 80cm de alto; para porcinos 1 x 0.50 y 30 – 40cm de alto.



Fuente: el autor

## 7.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Son los que debe contar cualquier establecimiento, en este caso, el centro de faenado para su óptimo funcionamiento. Se pueden clasificar de la siguiente manera: Requerimientos esenciales y requerimientos secundarios.

**7.2.1 Ambientes para una planta de beneficio animal de régimen especial.** En conformidad a la normatividad vigente, los ambientes mínimos para un centro de faenado de régimen especial son:

Localización aislada de focos de contaminación y ubicación que altere el medioambiente y a terceros.

Área de protección sanitaria (cerca perimetral).

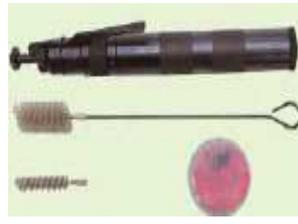
Dotación de agua potable y disposición de basura.

Área de ingreso.

Área de corrales: Corral de recepción, Corral de observación, Corral de sacrificio.  
Corrales de recepción con dimensiones de 2.0 m<sup>2</sup> por bovinos y 1.00 m<sup>2</sup> por porcino.  
Corrales de observación que garantice total aislamiento de los animales sospechosos  
Corrales de sacrificio, con dispositivos para baño anterior a la insensibilización del animal y a una distancia que garantice el escurrimiento del animal (bovino-porcino)  
Bebedores (bovinos – porcinos).  
Área de insensibilización y sangría.  
Área intermedia o de procesamiento: Área para vísceras rojas y  
Área para preparación de vísceras blancas.  
Área de acondicionamiento de la canal.  
Área y equipo mecánico para escaldado y depilado de cerdos.  
Sistema de disposición de contenido gastroentérico y otros desechos y tratamiento de contaminantes y líquidos.  
Área para canales retenidas o en observación.  
Depósito para decomiso.  
Cuartos de refrigeración.  
Área de desposte.  
Área de despacho.  
Local para almacenamiento de cueros y manejo adecuado de la piel que evite la contaminación cruzada.  
Tanques o cisternas de reserva para agua.  
Área para procesamiento de desechos o almacenamiento de los mismos.  
Bodegas para el almacenamiento de insumos y para productos químicos.  
Oficina de inspección oficial.  
Servicios sanitarios.  
Oficinas administrativas.  
Equipo de primeros auxilios y de protección.  
Control del sistema higiénico sanitario BPM, POES

### 7.3 HERRAMIENTAS PRINCIPALES

Tabla 14. Herramientas

Herramienta	Grafica	Herramienta	Grafica
Báscula para pesar ganado en pie producto.		Grúa para izaje de reses	
Pistola de aturdimiento o sensibilizadores		Polipasto para izar cerdos	
Despernancador de bovinos.		Hachas, cuchillos, machetes, palas y mangueras	
Gancho separador de patas.			
Despernancadores manuales.			
		Sierra para corte de canales	
Ganchos sencillos y dobles		Bomba para sangre	

## 7.4 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO Y DIAGRAMACIÓN

Tabla 15. Programa de necesidades

<b>Mantenimiento</b>	<b>Área exterior</b>
Almacén	Parqueo
Bodega	Garita de control
Baños	Área de carga y descarga
Casilleros	Corrales de Ingreso Bovinos y Porcinos
Oficina	Corrales de observación Bovinos y Porcinos
	Planta de tratamiento de residuos sólidos
	Planta de tratamiento de Aguas residuales
	Tanques de reserva de Agua
<b>Área faenado para bovinos</b>	<b>Área faenado para porcinos</b>
Ingreso a corrales	Ingreso a corrales
Báscula y lavado	Báscula y lavado
Área de aturdimiento y caída	Área de aturdimiento y caída
Área de corte de cabeza y descuere	Área de caldera
Área de depósito de cuero, cuernos y patas	Área de caldera
Área para polipastos	Área de depilado de cerdos
Depósito decomiso de vísceras	Área para polipastos
Área de limpieza de vísceras	Depósito decomiso vísceras
	Área de limpieza de vísceras
<b>Áreas comunes</b>	
Área de desangrado y recolección de sangre	
Área de inspección veterinaria	
Área de almacenaje de canales y refrigeración	
Salida de producto	
Área de lavado de equipo	

## 7.5 MATRICES DE DIAGNÓSTICO

Los Dimensionamientos a continuación establecidos, cumplen con el margen de requerimiento mínimo según las normas y en proporción a la proyección de animales para el sacrificio y según especie.

Tabla 16. Matriz Área exterior

No	Ambiente	Actividad	Mobiliario	Dimensiones			
				Ancho	Largo	m <sup>2</sup>	Alto
1	Garita de control	Controlar el ingreso de los animales	Escritorio , silla -----	1.00	1.40	1.40	2.0
2	Área de carga y descarga	Desembarcar los animales y cargar el producto.	Camiones (2)	7.10	2.00	14.2	---
3	Corrales de Ingreso Bovinos	Resguardar a las reses antes de ser sacrificados.	-----	8.60	13.20	113.5	---
4	Corrales de Ingreso Porcinos	Resguardar a los cerdos antes de ser sacrificados.	-----	3.50	7.40	25.9	---
5	Corrales de observación Bovinos	Resguardar a las reses enfermas para realizarles estudios posteriores.	----	4.7	3.4	15.0	---
6	Corrales de observación Porcinos	Resguardar a los cerdos enfermas para realizarles estudios posteriores.	----	2.70	2.50	6.75	---
7	Planta de tratamiento de residuos sólidos	Desechar los sobrantes de forma higiénica y protegiendo el ambiente.	-----	21.00	32.50	682.5	---

Continúa tabla 16

8	Planta de tratamiento de Aguas residuales	Eliminar las aguas servidas sin contaminar el ambiente.	----	3.60	50.00	180	---
9	Tanques de reserva de Agua	Contener el agua potable	----	3.5	3.5	12.25	---

Tabla 17. Matriz Área mantenimiento

No .	Ambiente	Actividad	Mobiliario	Dimensiones			
				Ancho	Largo	m <sup>2</sup>	Alto
1	Almacén y bodega	Almacenaje de implementos de diversos tipos para su uso posterior y de instrumentos y enseres de limpieza.	Estantería	3.10	3.40	10.54	2.00
2	Baños	Necesidades Fisiológicas y limpieza del personal	LM, WC y ducha, unidad según genero	1.40	5.00	7.00	2.00
3	Casilleros	Resguardo de artículos personales de los empleados y usuarios.	Casilleros, estantes	1.40	1.60	2.24	2.00
4	Oficina	Control y administración	Escritorio, Sillas, Archivo.	3.3	2.7	8.91	2.00

Tabla 18. Matriz Área de bovinos

No	Ambiente	Actividad	Mobiliario	Dimensiones			
				Ancho	Largo	m <sup>2</sup>	Alto
1	Mangas	Dirigir los animales reses hacia los corrales.	---	0.85	8.40	7.14	2.00
2	Báscula y Lavado	Pesar las reses y lavar	Báscula y mangueras	1.40	7.10	9.94	---
3	Área aturdimiento y caída	Inmovilización del animal y Caída.	Plataforma de matarife y trampa insensibilizado	1.80	2.30	4.14	---
5	Corte de cabeza y descuere	Cortar la cabeza, patas, cuernos y cola.	Cuchillos, recipientes para colocación, estanterías.	3.20	3.40	10.88	
		Colocar los animales de forma aérea	Polipastos				
6	Área para polipastos	Abrir el animal y extraer las vísceras. Limpiar la canal de cualquier residuo.	Plataforma, mesa para vísceras, lavaderos con utensilios para desinfección	0.50	10.7	2.35	
7	Área lavado de vísceras	Abrir el animal y extraer las vísceras. Limpiar la canal de cualquier residuo.	Plataforma, mesa para vísceras, lavaderos con utensilios para desinfección	4.10	2.70	11.07	

Tabla 19. Matriz Área de porcinos

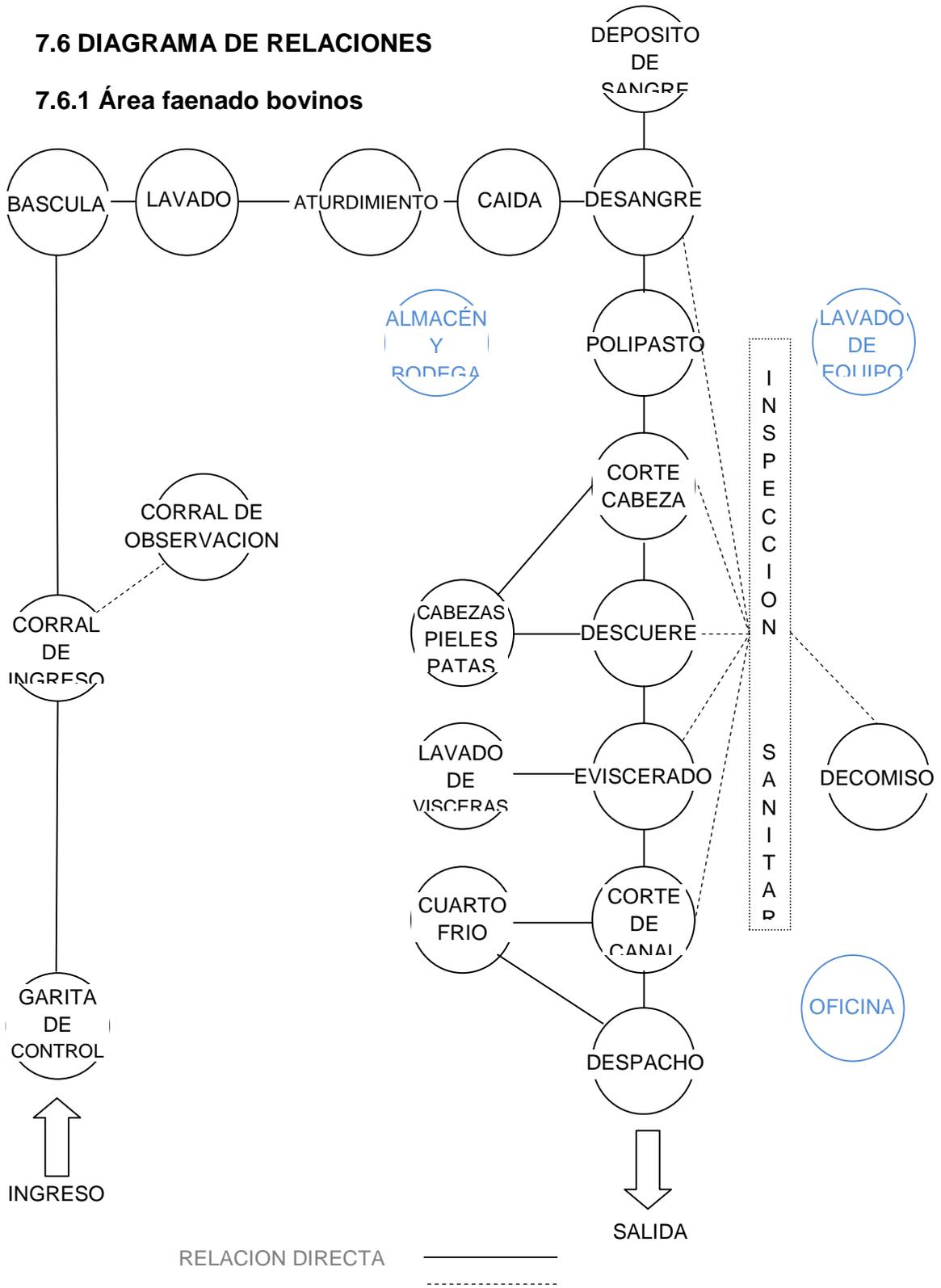
No	Ambiente	Actividad	Mobiliario	Dimensiones			
				Ancho	Largo	m <sup>2</sup>	Alto
1	Mangas	Dirigir los cerdos hacia los corrales.	---	0.70	5.70	3.99	---
2	Báscula y Lavado	Pesar y lavar los cerdos	Báscula Mangueras	0.7	3.10	2.17	---
3	Área aturdimiento o caída	Inmovilización del animal. Caída del animal.	Plataforma de matarife y trampa de insensibilizado		2.15	3.23	---
4	Área de calderas,	Desprendimiento leve del pelo del cerdo	Caldera	2.60	1.40	3.64	
5	Área para polipastos	Colocar los animales deforma aérea.	Polipastos	0.50	10.70	5.35	
6	Área depilado de cerdos	Retirar por completo el pelo del cerdo	Mesa, cuchillo de raspado lavadero con desinfectante	1.90	2.80	2.32	
7	Área lavado de vísceras	.Abrir el animal y extraer las vísceras. Limpiar la canal de cualquier residuo.	Plataforma, mesa para vísceras, lavaderos con utensilios para desinfección	2.90	2.80	8.12	

Tabla 20. Matriz Áreas comunes

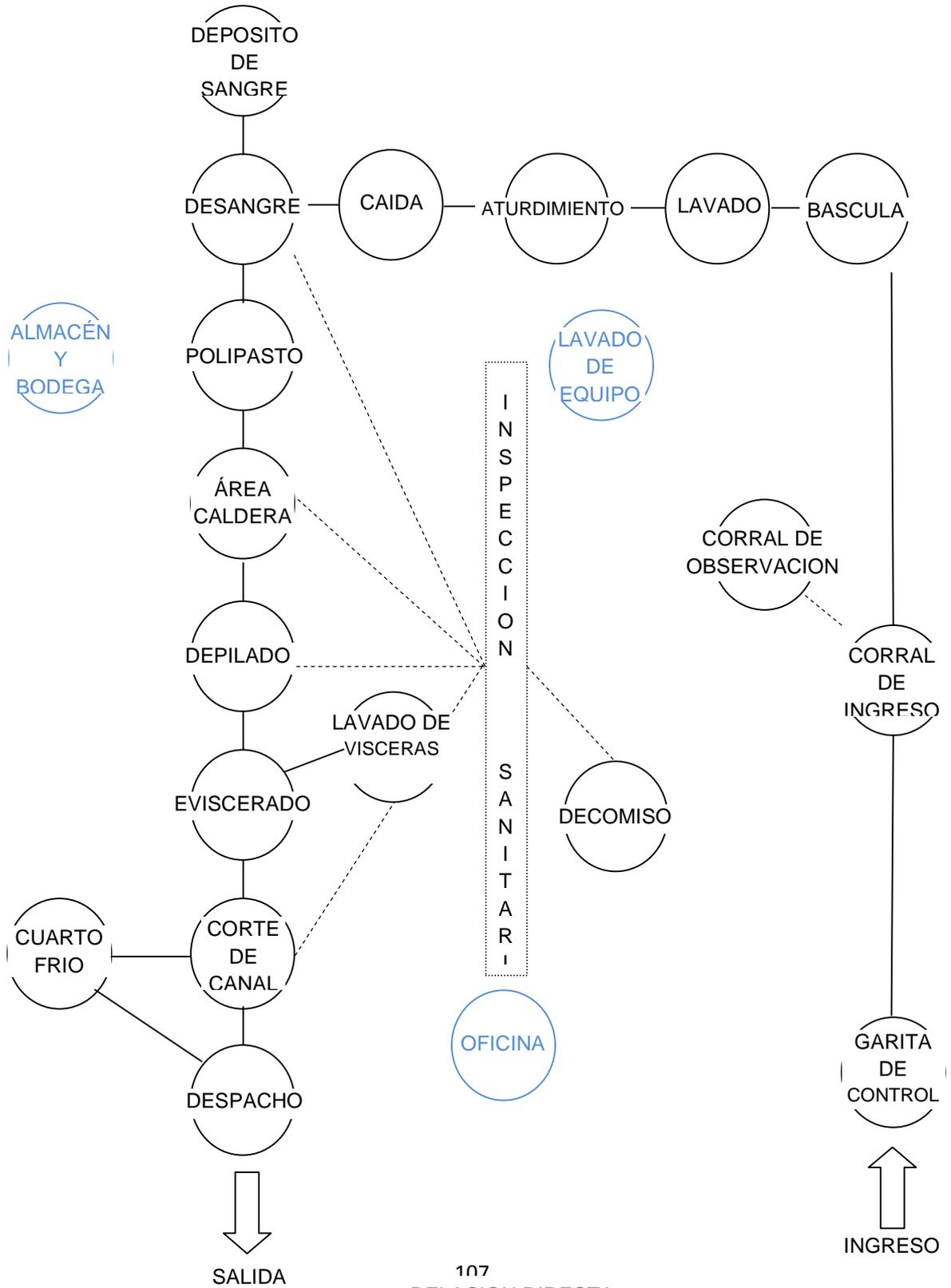
N o	Ambiente	Actividad	Mobiliario	Dimensiones			
				Ancho	Largo	m <sup>2</sup>	Alto
1	Desangrado y recolección de sangre	Inspeccionar el producto, permanente en todo el proceso	Mesa para transporte de instrumentos	1.00	1.75	1.75	
2	Área de inspección veterinaria	Almacenar vísceras sospechosas	Mesa para vísceras, lavaderos con utensilios para desinfección	1.00	7.00	7.00	
3	Depósito y decomiso de vísceras	Almacenar el producto ya revisado.	Cuarto Frio	2.00	2.80	5.60	
4	Cuarto de refrigeración	Controlar la salida del producto	Estantes y carretas	4.00	4.00	16.0	
5	Despacho	Limpiar y desinfectar el equipo	Estantes, lavado de carretas lavadero para instrumentos y equipo	4.50	2.80	12.6	
6	Área de lavado de equipo			2.10	3.20	6.72	

## 7.6 DIAGRAMA DE RELACIONES

### 7.6.1 Área faenado bovinos



### 7.6.2 Área faenado porcinos



## 8. CONCLUSIONES

El municipio de Córdoba reúne las condiciones necesarias para poder implementar un centro de faenado de régimen especial, lo que daría solución a la demanda del producto cárnico generada por la población del municipio.

En la actualidad, los procesos de matanza, acarreo y distribución del producto cárnico no se realizan bajo normas adecuadas de higiene y apegadas a lo establecido por el Ministerio de protección social y el INVIMA.

Para asegurar que los productos cárnicos se procesen y manejen, adecuadamente, debe tomarse en cuenta no únicamente las condiciones sanitarias del lugar en general, sino darle la debida importancia a los aspectos técnicos del trabajo que se realiza (matanza, destace, limpieza y eliminación de desechos sólidos y líquidos).

Para el óptimo funcionamiento del centro de faenado se debe contar, no sólo con una infraestructura y equipo adecuados sino con una buena organización administrativa ya que en conjunto brindará un mejor servicio este establecimiento.

Otro aspecto de importancia es la salud y seguridad, tanto de los trabajadores del centro de faenado, como de los pobladores al consumir el producto cárnico proveniente de este establecimiento. En la actualidad esto no se ha considerado y se han infringido varias normas de este tipo al no exigir la utilización del equipo, indumentaria, instrumentos adecuados, etc.

Se ha contaminado en gran manera el medioambiente, los recursos naturales al no tratar los desechos sólidos y líquidos que se producen en las actividades de sacrificio de animales para consumo humano

Este estudio es una propuesta que ofrece una solución integral que responde a las necesidades de ordenamiento territorial, urbanísticos, infraestructura, tecnología e higiene.

Es evidente que además de la sensible disminución en los costos de construcción y operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y en el grado de las afectaciones ambientales producidas, la gestión ambiental enmarcada en la producción más limpia puede generar, contrario a la creencia generalizada, ahorros e incluso ingresos y no sólo sobrecostos.

## RECOMENDACIONES

Las instalaciones nuevas deberán cumplir con todos los lineamientos de un centro de faenado de su tipo, planta de régimen especial; para brindar un excelente servicio a los pobladores del municipio de Córdoba Nariño.

Establecer el sistema de proceso aéreo, eliminando el faenado terrestre. Asimismo, promover la capacitación del personal para la adecuada utilización de los equipos.

Concienciar a los trabajadores y administrativos en la utilidad de prácticas higiénicas cuyo beneficio se extiende a toda la población.

Toda actividad que se realice pre y post faenado debe ser supervisado para que se cumpla con lo establecido por el INVIMA y con eso asegurar la calidad del producto.

Que se tome este estudio como guía técnica para el desarrollo de proyectos de alto impacto ambiental y socioeconómico, tal es el caso del centro de faenado, pues, ello contribuirá a brindarle a la población un ambiente más sano y agradable así como fuentes de trabajo.

El municipio debe organizar la estructura de la administración del centro de faenado municipal, para tener un mejor control de las actividades que ahí se realicen y tener mayores beneficios para la población.

En adelante deberá tratarse de forma adecuada y normada por las diferentes entidades nacionales, todos los desechos que se produzcan en el municipio, iniciando con este proyecto, donde se están dando alternativas más saludables al medio ambiente y a los pobladores al tratar los desechos no comestibles que de él salgan.

Es necesario dar a conocer a la población de Córdoba, el contenido en resumen de este estudio, enfatizando en la importancia e impacto de este tipo de proyectos y los beneficios que puede brindar a las actividades asociadas a éste.

Establecer el mantenimiento periódico de los edificios, así como de las instalaciones en general para mantener y ampliar la vida útil del diseño del proyecto.

Es importante para las centrales de sacrificio de ganado tener en cuenta este tipo de actuaciones ambientales sencillas antes de incurrir en el diseño de sus

sistemas de tratamiento de aguas residuales con miras a obtener procesos más eficientes y menos costosos.

Ya que además del compostaje existen otras alternativas de manejo ambiental para los residuos sólidos orgánicos en los mataderos, estas deben evaluarse previamente a la luz del tamaño de los mismos, las cantidades mensuales producidas de cada tipo de desecho y la disponibilidad de recursos económicos con las que cuenten para su implementación y operación.

## BIBLIOGRAFIA

DIPL.-Ing. Jürgen Emberger, Dipl.-Ing. Günter Müller. Technische Einrichtungen für Anlagen der biologischen Abfallbehandlung (Instalaciones Técnicas para Plantas de Tratamiento Biológico de Desechos Sólidos) Müllhandbuch. Erich Schmidt- Verlag. Berlin, 1998

Diseño de la planta de un matadero de ovinos con una producción de 200 carcasas – día. <http://www.monografias.com/trabajos13/entcesar/entcesar.shtml>

Enciclopedia encarta 2006

EVA Röben. R&R Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti./ DHV. Milieubeheer Kompostlaştırma Tesislerinin Yer Seçimi ve Tasarlanması Kılavuzu. (Guía para la Selección del Lugar y el Diseño de Plantas de Compostaje). Proyecto del Banco Mundial para el Fortalecimiento Institucional del Ministerio Turco del Medio Ambiente. Estambul, 1999

FALLA-CABRERA. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. Frigorífico Guadalupe S. A. 30p. Santa fe de Bogotá Colombia. 1995. Folleto.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Año 1993 Fundación Natura/ REPAMAR/ CEPIS/ GTZ. Quito, Marzo 1998.

Guía ambiental de Plantas de Beneficio Ganado. Ministerio del Medio Ambiente. Mayo de 2002

GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. 1991. Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora Num. 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp.

<http://tegra.lasalle.edu.co/dspace/bitstream/10185/505/1/T11.06%20G994pr.pdf>

[http://www.asocars.org.co/search\\_news.asp?idnoticia=257](http://www.asocars.org.co/search_news.asp?idnoticia=257)

<http://www.nutrimiento.com>

<http://www.viva100anios.com.ar>

INAD “Manual administrativo de mataderos municipales” Guatemala, junio de 1974

JAIME ESAÍN ESCOBAR. “Inspección Veterinaria de la Carne”. Editorial Acribia. Zaragoza, España

JAMES A. LOBBY. "Higiene de la Carne". Compañía Editorial Continental S. A. México Collage of Veterinary Medicine University of Minnesota. Segunda Edición en español de la cuarta edición en inglés 1981 Páginas 309-317

KIELY, Gerard. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Vol. 3. Mc. Graw-Hill. Madrid, 1999. p 888.

MARN "Guía ambiental para plantas de tratamiento de beneficio, procesos tratados en el país de Colombia, Sur América". Año 2003

MARN. Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y Depósito de Lodos Oriente Antioqueño <http://inforiente.info> Potenciado por Joomla! Generado: 27 April, 2009, 02:27

Organización Mundial de la Salud, OMS – Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas. Roma 1990

PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.

PROARCA/SIGMA. "Guía básica de manejo ambiental de rastros municipales" Año 2003

SASKYA Lugo. Evaluación de los Proyectos de Compostaje en el Ecuador

## **ANEXOS**

### ANEXO A. ENCUESTA TERCENAS

INVESTIGACIÓN : CENTRO DE FAENADO - MUNICIPIO DE CORDOBA																					
Nº	TERCENA	Cantidad de animales sacrificados por semana														Matanza		Aceptación del matadero	Inspección Sanitaria por mes		
		Bovinos							Porcinos							Lugar	Hora				
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D						
1	La calañita	1					1											Patio de la	7 am	NO	4
2	Bienvenido	1					3	1											8 am	SI	2
3	Central							1		1			1						5 am	SI	Aveces
4	Av. San Bartolome						1			1			1						5 am	SI	4
5	Urb. Argelia						1			1				1					6 am	SI	1
6	Buen Gusto	1					1	1						1					8 am	SI	0,5
7	La Fama						1							1						SI	0,5
8	Domingo							1									1		5 am	SI	Aveces
9	Domingo							1									1		5 am	SI	1
10	Domingo							1									1		5 am	SI	1
11	Domingo							1									1		5 am	SI	Aveces
12	Domingo															2			5 am	SI	1
15	Total Diario	3	0	0	0	0	8	4	3	2	1	1	4	2	4						
	Total Semana	15							17												

**ANEXO B. ESTUDIO DE SUELOS**

**CENTRO DE FAENADO**

**MUNICIPIO DE CÓRDOBA**



**ESTUDIO DE SUELOS**

**San Juan de Pasto. noviembre de 2005**

## **CONTENIDO**

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. TRABAJO DE CAMPO
4. PERFIL ESTRATIGRAFICO
5. ESPECTROS DE DISEÑO
6. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE
7. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
8. ENSAYOS DE LABORATORIO
9. INFORME FOTOGRÁFICO

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio de suelos se realizó con el fin de obtener los parámetros necesarios para elaborar el perfil estratigráfico y obtener la capacidad resistente de los diferentes estratos que constituyen el subsuelo del lote destinado para la construcción del CENTRO DE FAENADO del municipio de Córdoba.

## **2. OBJETIVOS**

- 2.1 Obtener el perfil estratigráfico del subsuelo del lote en donde se construirá la obra
- 2.2 Determinar los parámetros necesarios para el diseño de la cimentación de la estructura.
- 2.3 Analizar y recomendar el tipo de cimentación más adecuado, teniendo en cuenta que la presión máxima de contacto sobre el terreno sea inferior a la capacidad portante del suelo, indicando la profundidad de desplante.

### **3. TRABAJO DE CAMPO**

Para realizar el presente trabajo se excavaron dos apiques a cielo abierto cuya profundidad se determinó con el cálculo de la profundidad de influencia de las cargas mediante el bulbo de presión en la condición más crítica, a una profundidad máxima de 3.00 m.

En cada estrato se tomaron muestras alteradas para realizar los ensayos de humedad natural, granulometría y límites de Atterberg que nos permitieron clasificar el suelo.

## **4. PERFIL ESTRATIGRAFICO**

### **4.1 APIQUE No. 1**

4.1.1 Capa vegetal. Espesor 1.75 m.

4.1.2 Limo arenoso de alta compresibilidad color habano claro, consistencia firme. Espesor 1.25 m hasta la profundidad explorada.

NOTA: No se encontró presencia del nivel freático.

### **4.2 APIQUE No. 2**

4.2.1. Capa vegetal. Espesor 1.90 m.

4.2.2. Limo arenoso de alta compresibilidad color gris claro con vetas amarillas, consistencia muy firme. Espesor 1.10 m hasta la profundidad explorada.

NOTA: No se encontró presencia del nivel freático.

## 5. ESPECTROS DE DISEÑO

ZONA DE AMENAZA SISMICA	Alta
PERFIL DEL SUELO	S3
COEFICIENTE DE SITIO	1.5
GRUPO DE USO	I
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	1.1
ACELERACION DE PICO EFECTIVA $A_a$ .	0.30

## 6. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Después de analizar la capacidad admisible según los conceptos de SKEMPTON y TERZHAGUI, se observa que de los diferentes valores obtenidos la expresión que genera esfuerzos menores y por tanto de mayor seguridad para la estabilidad de las diferentes estructuras es la expresión de Terzhagui que permite calcular la capacidad admisible para suelos netamente cohesivos, así:

$$q_{ad} = \frac{cN_c}{F_s} + \gamma * D_f$$

Donde:

$q_{ad}$	Capacidad admisible del suelo.
$c$	Cohesión del suelo = $q_u/2$ tn/m <sup>2</sup> .
$N_c$	Factor de capacidad de carga = 5.14 para suelos cohesivos.
$F_s$	Factor de seguridad.
$\gamma$	Peso unitario húmedo del suelo.
$D_f$	profundidad de desplante.

## DETERMINACION DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

qad	17.2	tn/m <sup>2</sup>
c	9.10	tn/m <sup>2</sup> .
Nc	5.14	
Fs	3	
γ	1.60	kg/cm <sup>3</sup> .
Df	1.00	m.

## 7. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

La estratigrafía del subsuelo encontrada se caracteriza por ser homogénea con predominio de suelos netamente cohesivos.

Se recomienda dimensionar la cimentación de la estructura con una capacidad portante admisible no mayor de  $17 \text{ ton/m}^2$  a una profundidad de desplante de 1.00 m. Las cargas serán transmitidas al estrato de limo arenoso de baja compresibilidad color habano claro encontrado a 1.75 m en el apique No. 1 y a 1.90 m en el apique No. 2, por medio de plintos hechos de recebo cemento cuya proporción deberá ser determinada mediante ensayos de laboratorio.

Se debe colocar un concreto pobre (de limpieza) para evitar remoldeo del suelo de soporte en un espesor de 5 cm.

En el caso de encontrar suelos con características diferentes a los encontrados en este estudio se hace necesaria una visita nuestra con el fin de chequear las condiciones resistentes de los mismos.



MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

PROYECTO Centro de Faenado - Municipio de Córdoba

APIQUE No. 1

LOCALIZACIÓN Ver figura No

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200				SUCS	AASTHO		
<p>m 0,0 1,75 3,00</p>	<p>Capa vegetal</p> <p>Limo arenoso de baja compresibilidad color haban o claro, consistencia firme</p>	100,00	84,94	47,21	12,56	0,9	ML	A-7-5	1,82	46,01

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA

Geotecnólogo



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

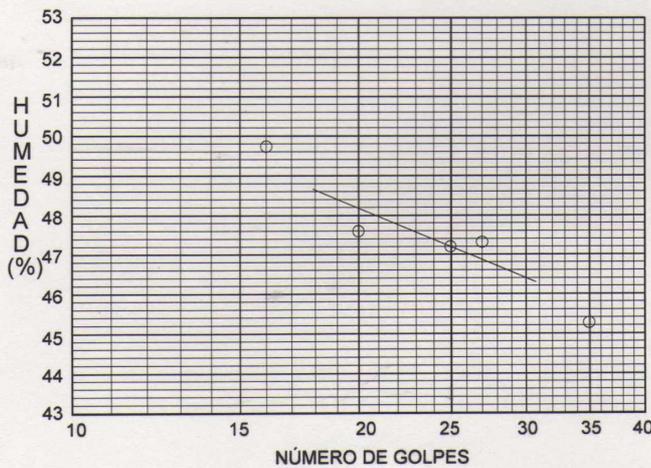
PROYECTO Centro de Faenado - Municipio de Córdoba FECHA 24 nov 2005  
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 2,30 LOCALIZACIÓN Ver figura No  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de baja compresibilidad color habano claro, consistencia firme

### LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	15	86	58	34	87	96	6
Peso húmedo + recip. gr.	23,83	23,81	21,99	25,55	41,41	31,42	33,45
Peso seco + recip. gr.	18,06	17,69	16,52	18,81	32,07	24,51	24,62
Peso recipiente gr.	5,32	4,76	5,03	5,26	4,87	4,74	5,43
Humedad %	45,29	47,33	47,61	49,74	34,34	34,95	46,01
Número de golpes	35	27	20	16			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionado penalmente. Exija informes originales!

### LÍMITES



### GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	0,16	0,18	99,82
40	1,38	1,59	98,41
100	9,51	10,98	89,02
200	13,04	15,06	84,94
Pasa 200			

### RESULTADOS

LL(%)= 47,21  
 LP(%)= 34,64  
 IL(%)= 0,9

IP(%)= 12,57  
 W(%)= 46,01

### CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS  
 A-7-5 ML

### PESO SECO TOTAL

86,58 gr

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA  
 Geotecnólogo





## MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

PROYECTO Centro de Faenado - Municipio de Córdoba

APIQUE No. 2

LOCALIZACIÓN Ver figura No

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		DENSIDAD HUMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200				SUCS	qu AASTHO kg/cm <sup>2</sup>		
	Capa vegetal						OL			
1,90	Limo arenoso de baja compresibilidad color habano claro, consistencia firme	100,00	77,34	45,01	15,29	0,8	ML	A-7-6	2,38	41,83
2,45	Limo arenoso de baja compresibilidad color gris claro, vetas amarillas, consistencia muy firme	100,00	80,27	37,19	9,92	0,3	ML	A-4	2,87	30,36
3,00										

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

**HERNÁN LASSO ECHAVARRÍA**

Geotecnólogo



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

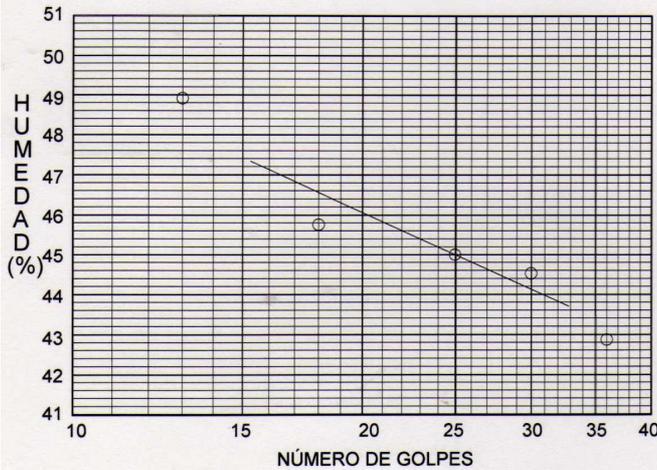
PROYECTO Centro de Faenado - Municipio de Córdoba FECHA 24 nov 2005  
 REFERENCIA Apique No 2 Profundidad 2,00 m LOCALIZACIÓN Ver figura No  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de baja compresibilidad color habano claro, consistencia firme

### LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	19	79	17	94	50	67	60
Peso húmedo + recip. gr.	24,58	22,64	26,70	21,52	35,42	39,64	33,28
Peso seco + recip. gr.	18,79	17,17	19,93	16,07	28,40	31,66	24,86
Peso recipiente gr.	5,29	4,89	5,14	4,93	4,71	4,88	4,73
Humedad %	42,89	44,54	45,77	48,92	29,63	29,80	41,83
Número de golpes	36	30	18	13			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionado penalmente. Exija informes originales!

### LÍMITES



### GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0,31	0,35	99,65
16	0,54	0,61	99,39
40	3,00	3,41	96,59
100	13,74	15,62	84,38
200	19,93	22,66	77,34
Pasa 200			

### RESULTADOS

LL(%)= 45,01  
 LP(%)= 29,72  
 IL(%)= 0,8

IP(%)= 15,29  
 W(%)= 41,83

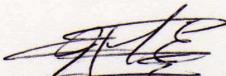
### CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS  
 A-7-6 ML

### PESO SECO TOTAL

87,96 gr

### OBSERVACIONES

  
 HERNEY LASSO ECHAVARRÍA  
 Geotecnólogo





## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO Centro de Faenado - Municipio de Córdoba FECHA 24 nov 2005  
 REFERENCIA Apique No 2 Profundidad 2,60 m LOCALIZACIÓN Ver figura No  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de baja compresiibilidad color gris claro, vetas amarillas, consistencia muy firme

### LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	28	22	95	80	44	52	88
Peso húmedo + recip. gr.	26,12	26,85	24,63	27,56	34,16	35,20	35,34
Peso seco + recip. gr.	20,64	21,06	19,15	21,05	27,91	28,77	28,23
Peso recipiente gr.	5,17	5,43	4,86	4,86	5,24	4,93	4,81
Humedad %	35,42	37,04	38,35	40,21	27,57	26,97	30,36
Número de golpes	32	29	19	14			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionado penalmente. Exija informes originales!

### LÍMITES



### GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	0,51	0,47	99,53
40	3,88	3,60	96,40
100	15,19	14,11	85,89
200	21,25	19,73	80,27
Pasa 200			

### RESULTADOS

LL(%)= 37,19      IP(%)= 9,92  
 LP(%)= 27,27      W(%)= 30,36  
 IL(%)= 0,3

### CLASIFICACIÓN

AASHTO    SUCS  
 A-4        ML

### PESO SECO TOTAL

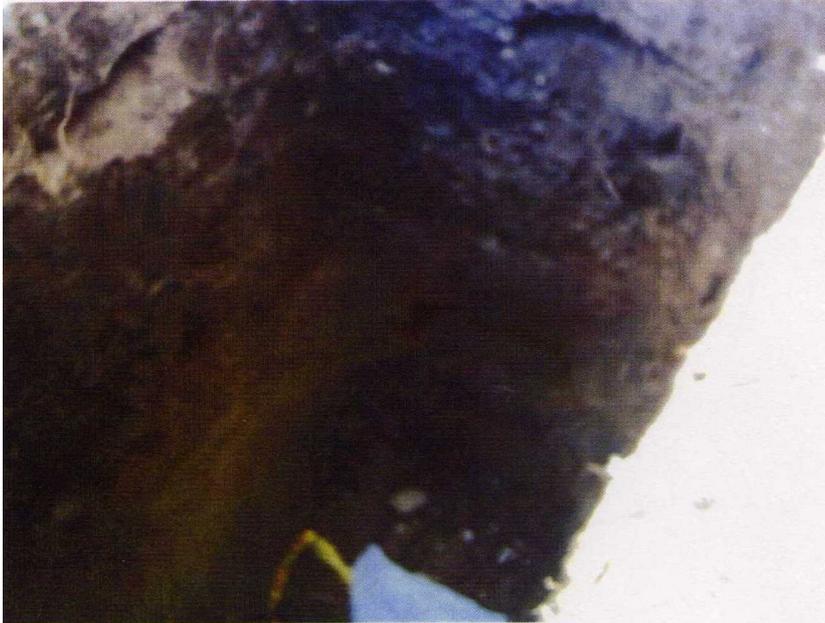
107,69 gr

### OBSERVACIONES

  
 HERNEY LASSO ECHAVARRÍA  
 Geotecnólogo



## 9. INFORME FOTOGRAFICO



**APIQUE No. 1**



**APIQUE No. 2**

## ANEXO C. SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para seleccionar la planta de tratamiento de aguas residuales, se hizo un análisis de las diferentes alternativas de tratamiento, teniendo en consideración aspectos como:

Origen y Características del agua residual  
Factores Climáticos y Características del terreno  
Aspectos tecnológicos y Objetivos de tratamiento  
Generación de olores, enfermedades y focos de contaminación  
Efectos sobre la salud  
Costos de construcción, operación y mantenimiento

**Aspectos que serán valorados de acuerdo con la siguiente matriz:** Para la escogencia de la alternativa de tratamiento, se generó una matriz que permitió valorar los esquemas preseleccionados; para ello se involucraron diferentes porcentajes en los aspectos técnico, social, ambiental e institucional. A su vez cada uno de estos, se compone de factores cualificables a los que se asigna un valor porcentual específico (tabla 21).

Tabla 21. Porcentajes establecidos para la valoración de la matriz de selección.

Aspecto a evaluar	Importancia Porcentual relativa	Descripción del factor asociado
<b>Técnico</b>	10%	Origen y Características del agua residual
	10%	Climáticos y Características del terreno
	30%	Aspectos tecnológicos, Objetivos de tratamiento
<b>Ambiental</b>	20%	Generación de olores, enfermedades y focos de contaminación
<b>Económico</b>	30%	Costos de Construcción, operación y mantenimiento

### ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL <sup>26</sup>

Las aguas residuales generadas por el sacrificio de vacunos y porcinos tienen las siguientes características:

Alto contenido de materia orgánica (DQO y DBO)

---

<sup>26</sup> Seminario internacional de aguas residuales. Plantas de tratamiento de aguas residuales para centrales de sacrificio de ganado bovino y porcino. Octubre 2005

Alto contenido de nitrógeno y fósforo, presente en el rumen y el estiércol.  
Alta presencia de sólidos, debido al contenido ruminal y al vaciado de vísceras.

El agua a tratar es generada en el proceso de faenado de las especies de la siguiente manera:

**AGUA ESTIÉRCOL:** Generada en los corrales, hay tres variables que determinan su cantidad: la precipitación de las lluvias, la cantidad de animales estabulados y la manera de efectuar el retiro de las excretas y el aseo de los mismos.

**AGUA SANGRE (ROJAS):** Es originadas en los procesos de desangre de los animales sacrificados. Es el agua residual más contaminante de un matadero.

**AGUA RUMEN (VERDE):** desecho que se origina por el vaciado de las panzas de los animales vacunos, está constituida principalmente por sólidos fibrosos. Es el

Segundo desecho residual más contaminante de los que se producen en un matadero. El consumo de agua en esta zona corresponde aproximadamente al 42% del total empleado en el proceso.

**AGUA DE LAVADO:** Se origina por el lavado locativo, vaciado de las vísceras, lavado de la canal y subproductos no comestibles como la piel, cabeza y patas. Es grasosa y representa el agua menos contaminante del proceso de sacrificio de vacunos y porcinos.

## **CLIMÁTICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO<sup>27</sup>**

Precipitación: Precipitación media anual 1.020 mm.

Temperatura media: 12°C

Topografía

Permeabilidad del suelo

Nivel freático

## **ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y OBJETIVOS DE TRATAMIENTO**

Impacto ambiental del sistema y Disponibilidad de terreno

Subproductos con potencial de aprovechamiento

Eficiencia de la tecnología

---

<sup>27</sup> [www.cordoba-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1f1--&m=f](http://www.cordoba-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1f1--&m=f),

Facilidad de Operación y mantenimiento

**Estándares de calidad del efluente:** se debe dar cumplimiento a la Norma de Vertimiento para Descargas Decreto 1594 de 1984:

PARÁMETRO	DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	Máximo 40°C
Grasas y Aceites	Remoción 80 %
Sólidos suspendidos	Remoción 80% nuevo
	Remoción 50% usuario
DBO en desechos	Remoción 80% nuevo
	Remoción 30% usuario

#### **Expectativas de calidad del efluente**

PARÁMETRO	Valores máximos
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	Máximo 40°C
Sólidos suspendidos	16 mg / L
DBO en desechos	256 mg O <sub>2</sub> / L

#### **GENERACIÓN DE OLORES, ENFERMEDADES Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN**

Factor muy importante ya que se trata de una industria alimentaria, en la cual teniendo en cuenta la dirección del viento, en el caso, donde se produzcan olores y focos de contaminación se estaría atentando contra la salubridad de los productos cárnicos

#### **COSTOS**

Requerimientos y disponibilidad de insumos químicos

Costos de inversión

Costos de operación y mantenimiento

Costo del terreno

Recuperación de recursos

Costos de construcción

### SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.

En análisis de las ventajas y desventajas de cada una de las opciones para el tratamiento de las aguas residuales del centro de faenado y sin entrar en detalle sobre cada una de las metodologías se presenta en la tabla 22, las características específicas de cada proceso que permiten evaluar la alternativa más favorable:

Tabla 22. Comparativo de los procesos de tratamiento

ITEM	Lagunas	Lodos Activados	Filtro Percolador	UASB	HUMEDAL SFS
Caudales	Medios	Grandes	Varios	Medios	Varios
Mano de obra calificada	No	si	si	si	No
Pendiente	Importante	--- ---	--- ---	--- ---	Importante
Permeabilidad del suelo	Importante	no	no	no	Importante
Nivel Freático	Importante	no	no	no	Importante
Disponibilidad de Terreno	Importante	no	no	no	Importante
Remoción de DBO5 %	60 – 75	80 – 95	50 – 80	50 – 65	70 -90
Remoción de DQO %	--- ---	80 – 95	60 – 80	60 – 80	60 – 80
Remoción de SST %	Varia	80 – 90	60 – 85	60 – 70	80 – 90
Remoción de P inorg. %	Varia	10 -25	8 – 12	30 – 40	60 -70
Producción Olores	Mediana	pobre	grande	grande	pobre
Generación de subproductos	Lodos	Lodo digerido	--- ---	Lodos y gases	--- ---
Facilidad de O y M	grande	nula	baja	media	grande
Costos de Inversión	altos	altos	altos	medios	medios
Costos de O y M	nulos	altos	altos	bajos	nulos
Requerimiento de Insumos	no	si	si	no	no

Se asigna porcentajes de acuerdo a la Tabla 22, en escala de 1% a 100%, para tener como factor de escogencia, el proceso que mayor puntaje obtenga, de acuerdo a lo requerido por el Centro de faenado y las condiciones de su funcionamiento. Los resultados son presentados en la siguiente Matriz de Selección

Tabla 23. Matriz de Selección

ITEM	% asignado	Lagunas	Lodos Activados	Filtro Percolador	UASB	Humedal SFS
Caudales	10	70	95	95	60	95
no se requiere Mano de obra calificada	10	95	20	20	20	95
Pendiente		20	75	75	75	20
Permeabilidad del suelo		20	75	75	75	20
Nivel Freático		20	75	75	75	20
Disponibilidad de Terreno		40	75	75	75	40
Remoción de DBO <sub>5</sub> %	30	67,5	97,5	65	57,5	80
Remoción de DQO %		20	87,5	70	70	70
Remoción de SST %		40	85	67,5	65	85
Remoción de P inorg. %		40	17,5	10	35	35
No Producción Olores	20	50	90	20	20	90
No Generación de subproductos		50	30	80	20	80
Facilidad de O y M	30	90	0	20	50	95
Bajos Costos de Inversión		40	20	20	75	75
Bajos Costos de O y M		95	10	10	80	95
No se requiere de Insumos		95	20	20	95	95
<b>TOTALES:</b>	<b>100</b>	<b>57,46</b>	<b>53,21</b>	<b>47,09</b>	<b>55,96</b>	<b>77,65</b>

## ESCOGENCIA TECNOLÓGICA

Se toma como mejor alternativa de humedal de flujo subsuperficial ya que se tiene en cuenta ventajas muy marcadas respecto a los humedales superficiales como son la prevención de mosquitos y olores y la eliminación del riesgo de que el público entre en contacto con el agua residual parcialmente tratada. En contraste, la superficie del agua en los pantanales naturales y en los humedales artificiales de flujo libre superficial (FLS, *free water surface wetlands*) está expuesta a la atmósfera, lo cual conlleva los riesgos de los mosquitos y de acceso del público.

Se considera que las reacciones biológicas se deben a la actividad de los microorganismos adheridos a las superficies disponibles de sustrato sumergido. En humedales FS el sustrato sumergido disponible incluye las raíces de las plantas que crecen en el medio, y la superficie misma del medio. Dado que el área de sustrato en un humedal FS puede sobrepasar por mucho el sustrato disponible en humedales FLS, las tasas de reacción microbiana pueden ser mayores que las de humedales FLS para muchos contaminantes. Como resultado, un humedal FS puede tener una menor superficie que un humedal FLS para los mismos caudales y objetivos de calidad del agua.

Con la implementación del sistema de tratamiento por medio de un humedal de flujo subsuperficial se logra establecer tecnología sostenible cumpliendo con los siguientes parámetros:

Optimizar el uso de los recursos naturales

Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes

Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas

Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental

Minimizar y aprovechar los residuos

Evaluar otras funciones de subproductos antes de considerar el tratamiento y la disposición.

## **ANEXO D. CALCULO TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL**

### **PLAN PREVIO PARA TRATAR LOS DESECHOS EN EL CENTRO DE FAENADO**

Antes de iniciar la proyección de un sistema de tratamiento, se debe emprender un plan previo que contenga las siguientes fases:

Separar el agua lluvia de las aguas residuales.

Barrer los corrales de vacunos en seco, no emplear el agua para este proceso.

Racionalizar el consumo de agua. El caudal de agua gastado es directamente proporcional a los requerimientos de planta de tratamiento. Los sitios donde más agua se consume en un matadero es en el lavado de las panzas y de las vísceras blancas.

Destinar un lugar para disponer y transformar los desechos sólidos generados por el sacrificio de animales y los subproductos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Establecer el mecanismo para conducir de manera separada la sangre de los vacunos sacrificados. Cada vacuno contiene aproximadamente 18 litros de sangre.

Implementar la forma de captar y evacuar el contenido ruminal de manera separada. Cada animal genera 25 kilogramos de rumen. (Este valor varía dependiendo de la distancia y la procedencia del animal).

### **CRITERIOS**

Los criterios a tener en cuenta para el tratamiento de las aguas residuales en el centro de faenado son los siguientes:

Para el cálculo del caudal, se tiene en cuenta que por cada res sacrificada se emplea 1000 L de agua para el lavado de canales y por cada cerdo 500 L, en optimización de los procesos, la limpieza de los corrales se hace en seco recogiendo todos los residuos que se tratan en la planta de compostaje y se reduce, de este modo, al máximo el caudal de agua a tratar.

Para la caracterización del agua, se optó por establecer un centro de sacrificio que operara en condiciones similares, en cuanto a las especies sacrificadas, población a servir y factores climáticos; y así poder tomar como referencia estos parámetros, es necesario recalcar que la sangre es recolectada disminuyendo de esta manera tanto el caudal aportante, como la carga orgánica que de este ítem procede.

Se determinó tomar la caracterización del agua residual de la planta de sacrificio del Municipio de Cumbal, en vista de la similitud en las características de la población, clima y volumen de consumo, datos suministrados en CORPONARIÑO.

## DATOS:

Caudal a tratar:

Se proyecta sacrificar 10 reses y 14 cerdos al día, y en cumplimiento a la normatividad vigente se genera un gasto de agua tal como se muestra a continuación:

Tabla 24. Calculo de caudal

Especie	Gasto por animal sacrificado (L)	# Animales sacrificados / día	Consumo total (L)/Día
BOVINO	1000	10	10000
PORCINO	500	14	7000
Caudal de agua a tratar (L / DÍA)			17000
Caudal de agua a tratar (L / seg)			0.59

Tabla 25. Caracterización afluente

Proyecto	Matadero municipal Cumbal	
Fecha toma de muestras:	Julio 10 de 2008	
DBO (5 DÍAS A 20°C)	450	mg O <sub>2</sub> / L
DQO	1280	mg O <sub>2</sub> / L
OXIGENO DISUELTO	---	mg O <sub>2</sub> / L
TURBIEDEZ	60	NTU
pH	6.79	Unidades
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	80	mg / L

Fuente: Reporte de resultados analíticos N°44 (Corponariño)

## TRATAMIENTO PRELIMINAR

Sea cual sea el tratamiento y el sistema de eliminación posteriores, las medidas de pretratamiento de las aguas residuales son obligatorias y es prescriptivo que las aguas residuales crudas no contengan más de 50 partes por millón de grasas que puedan flotar y deben haber atravesado una parrilla de barros<sup>28</sup> estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo.

Esas rejillas pueden necesitar ser limpiadas a mano con regularidad. Más eficientes, pero que no dejan de necesitar limpieza, son los tamices del tipo Baur Hydrasieve construidos con patente con alambre en forma de cuña. Los datos

---

<sup>28</sup> <http://www.fao.org/DOCREP/004/T0566s/T0566S14.htm>

relativos al rendimiento son los siguientes: un tamiz con una superficie de 1m (espaciamiento de 1mm) = 6 a 18m<sup>3</sup> de corriente/hora.

En general, los efluentes de mataderos tienen una relación promedio de DQO: DBO<sub>5</sub>: N de 12:4:1. La sangre es el principal contaminante, aportando una DQO promedio entre 3000 - 15.000 mg/l; y una elevada cantidad de nitrógeno, con una relación carbono/nitrógeno del orden de 3:4. El contenido de microorganismos patógenos se estima entre el 25% - 55% del total de la carga contaminante medida en DBO<sub>5</sub>. En el proceso de recoger la sangre durante el sacrificio para darle aprovechamiento y no mezclarla con el agua residual, se está efectuando el primer pretratamiento, y tendríamos una remoción de DBO<sub>5</sub> en promedio del 40%.

Carga orgánica (CO):

$$CO = Q \cdot DBO_5 (Kg / d)$$
$$CO = (17 m^3 / d \cdot 450 mg / L) / 1000 = 7.65 kg / d$$

$$\text{Remoción de DBO}_5 \text{ del 40\%} = 0.4 \cdot 7.65 \text{ Kg/d} = 3.06 \text{ Kg/d}$$

$$DBO_5 \text{ resultante} = 306 \text{ mg / L}$$

Los residuos líquidos se someten a una primera operación dedicada a retener los sólidos y grasas que arrastra el agua y que podrían por su tamaño y características, entorpecer el normal funcionamiento del sistema de tratamiento.

Rejillas: Se considera disponer en un doble sistema de rejas finas, inclinadas, método que evita el paso de elementos de gran volumen. La primera con barras separadas 20mm y la segunda malla con aberturas de 5mm. El sistema se diseña para limpieza en forma manual empleando bandejas de escurrimiento. Mediante este proceso se obtiene una remoción entre el 40 al 60% de Sólidos totales, puesto que los residuos son materia orgánica se considera remoción de DBO<sub>5</sub> del 30%, los detalles se muestran en la imagen.

## **TRAMPA DE GRASAS**

Cumpliendo con los parámetros de diseño recomendados por el RAS-2000 recomienda el siguiente criterio tomado del Capítulo E, se tiene:

Área Mínima del tanque:

$$A = 0.25 \text{ m}^2 \cdot 0.59 \text{ lps} = 0.15 \text{ m}^2$$

Relación ancho/longitud, 1:4, por construcción se determina:

$$a = 0.30 \text{ m}$$

$$L = a \cdot 4 = 1.2 \text{ m}$$

Volumen útil.

$$V_u = Q \cdot T$$

$$Q = 0.59 \text{ l/seg}$$

$$T = 5 \text{ min} = 300 \text{ seg}$$

$$V_u = 0.59 \text{ l/seg} \cdot 300 \text{ seg} = 177 \text{ l} = 0.177 \text{ m}^3$$

Profundidad útil

$$P_u = V_u / A = 0.156 / 0.15 = 1.04$$

Tabla 26. Dimensiones Trampa de Grasas

PARAMETRO	NOMENCLATURA	DIMENSION
Área min	A (m <sup>2</sup> )	0.15
Largo	L (m)	1.2
Ancho	a (m)	0.3
Profundidad Tanque	P (m)	1.40
Volumen útil	V <sub>u</sub> (m <sup>3</sup> )	0.177
Profundidad útil	P <sub>u</sub> (m)	1.04
Diámetro tubería entrada	D <sub>e</sub> (pulgadas)	4
Sumergencia tubería entrada	S <sub>e</sub> (cm)	15
Diámetro tubería salida	D <sub>s</sub> (pulgadas)	4
Sumergencia tubería salida	S <sub>s</sub> (cm)	50

## DISEÑO HUMEDAL FLUJO SUBSUPERFICIAL

Los métodos convencionales para el tratamiento de aguas residuales en centrales de sacrificio, se basan en tratamientos fisicoquímicos, que funcionan adicionando reactivos a las aguas, para aglutinar las materias y poder ser arrastradas fuera de estas. Uno de los principales problemas que presenta este tratamiento instalado, es la generación de fangos residuales. Estos son muy voluminosos, ya que la actuación realizada sobre la carga contaminante sólo es de separación, y además los fangos llevan incorporados todos los reactivos adicionados. Estos fangos, además, no son adecuados para uso agrícola, lo cual genera un envío a rellenos. Teniendo en cuenta este criterio, las condiciones del terreno y las características del afluente, se toma como la mejor opción para el centro de faenado del Municipio de Córdoba, el tratamiento por Humedal de flujo subsuperficial.

Para el diseño del humedal se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Criterios hidráulicos (Ley de Darcy)
- Criterios de remoción de contaminantes

En la tabla 22 se describen los criterios a tener en cuenta para el diseño de humedales artificiales subsuperficiales.

Tabla 27. Criterios para humedales de flujo Subsuperficial

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Tiempo de retención, d	3 - 4(DBO) 6 - 10(N); 4 - 15
Carga hidráulica superficial, m <sup>3</sup> /ha-d	470-1870
Carga orgánica, kg DBO/ha-d	<112
Carga de SST, kg/ha-d	390
Profundidad del agua, m	0.3-0.6
Profundidad del medio, m	0.45-0.75
Control de mosquitos	No requiere
Programa de cosecha	No requiere

**Fuente:** CRITES, R. y TCHOBANOGLIOUS, 1998

El diseño hidráulico se realiza sobre la base de la Ley de Darcy:

$$Q = K A_t (\Delta h / \Delta L)$$

Donde:

$A_t$ : área de la sección transversal efectiva del lecho, m<sup>2</sup>

$Q$ : caudal promedio de aguas residuales, (m<sup>3</sup>/d)

$K$ : conductividad hidráulica del lecho, (m/s).

$\Delta h / \Delta L$ : pendiente hidráulica, m/m

Área de la sección transversal ó área total ( $A_t$ ):

$$A_t = \frac{Q}{K(\Delta h / \Delta L)} [m^2]$$

$$A_t = 17m^3 / [(1000*0.005)] = 3.4 m^2$$

La determinación del área superficial del humedal se realiza mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q * \ln(S_o / S_e)}{K * e * y}$$

Donde:

$A_s$ : área superficial, m<sup>2</sup>

$Q$ : caudal promedio de aguas residuales, m<sup>3</sup>/d

$K$ : constante de remoción, d<sup>-1</sup>

$$(S_o/S_e) = \frac{1}{1 - E}; \quad \text{Eficiencia (E) (80\%-90\%)}$$

e = porosidad del medio

y = profundidad del agua

La determinación del largo (L) del humedal se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$S_o/S_e = 1/(1 - 0.8) = 1/0.2 = 5$$

$$A_t = 17 \times \ln(5) / (0.642 \times 0.32 \times 0.70) = 190.26 \text{ m}^2$$

La determinación del ancho (W) del humedal se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$w = A_t / y \quad [\text{m}]$$

$$w = 3.4 \text{ m}^2 / 0.70 \text{ m} = 4.85 \text{ m}$$

El largo será  $A_s / w$

$$L = 190.26 \text{ m}^2 / 4.85 \text{ m} = 39.22 \text{ m} \approx 40 \text{ m}$$

La relación largo ancho:  $L / W > 3$

$$40 \text{ m} / 4.85 \text{ m} = 8.25 \text{ o.k!}$$

Carga hidráulica superficial (CHS):

$$\text{CHS} = \frac{Q}{A_s} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{ha} - d} \right]$$

$$\text{CHS} = 17 \text{ m}^3/d * 10000 / 190.26 \text{ ha}$$

$$\text{CHS} = 893.51 \text{ m}^3 / (\text{ha} - d)$$

Carga orgánica (CO):

$$\text{CO} = Q * \text{DBO} (\text{Kg} / d)$$

$$\text{CO} = (17 \text{ m}^3 / d * 306 \text{ mg} / L) / 1000 = 5.20 \text{ kg} / d$$

Carga orgánica superficial (COS):

$$\text{COS} = \text{CO} / A_s \quad \text{Kg} / \text{ha} - d$$

$$\text{Cos} = 5.20 \text{ Kg} / d * 10000 / 190.26 \text{ ha} = 273.41 \text{ Kg} / (\text{ha} - d)$$

Tiempo de retención (t) [d]

$$t = \frac{L * W * y * e}{Q}; [\text{d}]$$

$$t = (40 \text{ m} * 4.85 \text{ m} * 0.70 \text{ m} * 0.32) / 17 \text{ m}^3/d = 2.55 \text{ d}$$

En función de remoción de contaminantes

Los sistemas de humedales artificiales pueden ser considerados como reactores biológicos, y su rendimiento puede ser estimado mediante una cinética de primer orden de flujo a pistón para la remoción de DBO y nitrógeno.

El diseño se realizó ajustando su comportamiento a un modelo ideal de flujo pistón:

Para el efecto se aplicó la siguiente ecuación:

$$C_e = C_o * e^{-Kt}$$

Donde:  $C_e$  = concentración del efluente, mg/L

$C_o$  = concentración del afluente, mg/L

$K$  = constante de remoción, d<sup>-1</sup>

$t$  = tiempo de retención, d

Constante de remoción ( $K$ )

A efectos de remover DBO en humedales subsuperficiales se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo de  $K$ <sup>29</sup>

$$K_{20} = K_o * (37.31 * e^{4.172e})$$

Donde:  $K_o$  = constante óptima de remoción, para medio con zona de raíces completamente desarrolladas.

$K_o$  = 1.839 d<sup>-1</sup> para aguas residuales municipales

$K_{20}$  = constante a 20°C, d<sup>-1</sup>

$e$  = porosidad total del medio, fracción decimal.

$$K_{20} = 1.839 \text{ d}^{-1} \times (37.31 \times e^{4.172e})$$

$$K_{20} = 1.839 \text{ d}^{-1} \times (37.31 \times 0.32^{4.172})$$

$$K_{20} = 0.59 \text{ d}^{-1}$$

Remoción de DBO

$$C_e = C_o \times e^{-K_e t}$$

$$C_e = 306 \text{ mg/L} \times 0.32^{(-0.064 \text{ d} - 12.55 \text{ d})}$$

$$C_e = 54.88 \text{ mg / l}$$

Eficiencia de remoción

$$E = [(306 \text{ mg/l} - 54.88 \text{ mg/l}) / 306 \text{ mg/l}] \times 100$$

$$E = 82.0.6 \%$$

---

<sup>29</sup> DROSTE, R.L. *Theory and practice of Water and Wastewater Treatment*, Wiley, 1997.

Remoción de sólidos suspendidos totales

$$C_e = C_o [0.1058 + (0.0014 * CHS)]; \quad CHS \text{ en cm/día}$$

$$CHS = 893.51 \text{ m}^3 / (\text{ha} - \text{d})$$

$$C_e = 80 \text{ mg/l} [0.1058 + 0.0014 * 8.94 \text{ cm/d}]$$

$$C_e = 8.47 \text{ mg/l}$$

Eficiencia de remoción:

$$E = [(80 \text{ mg/l} - 8.47 \text{ mg/l}) / 80 \text{ mg/l}] \times 100$$

$$E = 89.04 \%$$

#### **Dimensiones del Humedal.**

*Ancho:* 4.85 m

*Largo:* 40.00 m

*Profundidad:* 0.70 m

*Vegetación:* Juncos

*Material filtrante:* Arena Gruesa

*Tubería alimentación:* Ø4"

*Tubería de salida:* Ø4"

## **ANEXO E. DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE**

En el centro de faenado se tienen identificadas las fuentes de generación de residuos orgánicos (sangre, rumen, estiércol y otros residuos sólidos finos y gruesos) se procede a identificar, dimensionar y diseñar las medidas de actuación que permitan manejarlos adecuadamente, desde la perspectiva de la producción más limpia. Esas medidas son las siguientes:

Con respecto a la sangre:

Es necesario recolectar la mayor parte de la sangre directamente en el área de degüelle y sangrado. Con este fin, está diseñado el recolector de sangre en la zona seguida a la caída, (debe encontrarse ubicado bajo el nivel del suelo para que no interfiera con las actividades productivas), este recolector, permite conducir la sangre separada del agua de lavado, por tuberías instaladas especialmente para este propósito, hasta un tanque de almacenamiento, recolección de sangre.

Para dimensionar ambos taques (de recolección y de almacenamiento) se tiene en cuenta que de una res adulta se obtienen alrededor de 9,2 litros de sangre fresca, en promedio, y para los cerdos se habla de 4 a 6 litros por cabeza, además para maniobrar las reses en el área de sangrado se requieren alrededor de 6 m<sup>2</sup> (por observación directa en el área y las jornadas laborales).

Con respecto al rumen y el estiércol:

Para asegurar la recolección de la mayor cantidad posible de este tipo de residuos, deben realizarse adecuaciones en la infraestructura de las áreas de trabajo que principalmente consisten de la instalación de rejas y tamices finos removibles, de acero inoxidable, en los cuales el diámetro de los orificios no debe superar los 3 mm para que permitan el funcionamiento normal de las instalaciones y la recolección constante de la mayor parte de los residuos más pequeños. Estos tamices deben ubicarse en las áreas donde se realicen actividades o procedimientos que generen residuos de menor tamaño, es decir, en los desagües de las áreas de lavado de contenidos estomacales, intestinales y de otros órganos internos, así como en los desagües de las áreas comunes de trabajo hasta donde los remanentes de los mismos puedan ser arrastrados.

Pero no basta con adecuar las infraestructuras. También deben optimizarse los procesos desde la perspectiva de la producción más limpia, por lo que el lavado de los contenidos estomacales de las reses debe hacerse en seco o utilizando tan poca agua como sea posible. De forma similar debe realizarse la limpieza de los corrales en seco y las áreas de pesaje. Para el posterior diseño de los métodos de estabilización de este tipo de residuos debe tenerse en cuenta que una res genera en promedio 40 kg de rumen y 15 kg de estiércol por día, equivalentes a 0,05 m<sup>3</sup> en volumen aproximadamente. Y lo cerdos 20 kg de rumen y 8 kg de estiércol por

día. Entiendo por estiércol el contenido de orina, mas heces, mas cama, que es producción de la excretas con respecto a los demás residuos sólidos finos y gruesos:

Los demás residuos sólidos finos como pelos, pequeñas fracciones de hueso y carne, entre otros, pueden ser adicionados al rumen y al estiércol durante el proceso de recolección. Los desechos más grandes deben ser recogidos aparte ya que requieren más tiempo y recursos para su descomposición y de esto depende el éxito de su manejo.

## ESTABILIZACION DE LOS RESIDUOS

Especialmente por su baja complejidad en implementación y operación, se optó por el compostaje.

El compostaje de residuos orgánicos como el rumen, el estiércol y la sangre, es un proceso aerobio en que los microorganismos, en medio oxigenado, descomponen los residuos orgánicos alimenticios. El producto final, compost, consta de minerales y humus (material orgánico complejo).

El compostaje es un proceso simple, que requiere relativamente poco espacio, infraestructura, mano de obra y herramienta menor para su realización. Además, genera valor agregado al material orgánico tratado, al convertirlo en abono orgánico ambientalmente amigable y de alta calidad. Un uso adecuado de estos desechos, no solamente redundará en beneficio de la producción agropecuaria, sino que también contribuirá a mejorar la protección al ambiente, ya que se evitarían que desechos como la sangre y el contenido ruminal, sean vertidos a los arroyos y ríos sin ninguna consideración sanitaria previa.

## DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

**Datos básicos.** Evaluada la proyección de animales a sacrificar se estableció el diseño para una planta de beneficio de régimen especial donde se sacrificara 10 reses y 14 porcinos por jornada, teniendo como jornada el trabajo de 8 horas diarias.

Materiales a compostar:<sup>30</sup>

Tabla 27. Estiércol: heces + orina + cama + forraje; Densidad: 300 kg/m<sup>3</sup>.

Especie	Peso	Volumen
Bovinos	15 Kg/res/día	0.05 m <sup>3</sup> /res/día
Porcinos	8 Kg/cerdo/día	0.027 m <sup>3</sup> /cerdo/día

<sup>30</sup> TERRON, Pedro Urbano. Tratado de fitotecnia general. Ed Mundi Prensa Libros. 2002. Pag 388

Tabla 28. Rumen:

Especie	Peso	Volumen
BOVINOS	40 Kg/res/día	0.10 m <sup>3</sup> /res/día
PORCINOS	20 Kg/cerdo/día	0.05 m <sup>3</sup> /cerdo/día

Tabla 29. Sangre:

Especie	Volumen	Volumen
Bovinos	9.2 lts /res/día	0.0092 m <sup>3</sup> /res/día
Porcinos	5 lts /cerdo/día	0.005 m <sup>3</sup> /res/día

Si el centro de faenado está proyectado para sacrificar 10 reses y 14 cerdos diarios, la planta de compostaje se diseñará para los siguientes volúmenes:

Tabla 30. Volumen a Compostar

Especie	Estiércol	Rumen	Sangre	Volumen diario	Volumen semanal
10 RESES	0.50	1.00	0.092	1.592	9.552
14 CERDOS	0.378	0.7	0.07	1.148	6.888
<b>TOTAL</b>	0.878	1.70	0.162	2.74	16.44

Con estos datos de partida se prevé la capacidad de tratamiento de la planta de compostaje (790 m<sup>3</sup>/año de residuos).

## PROCEDIMIENTO

**Clasificación manual.** Se reúne los residuos en tolva para una clasificación preliminar, donde se recogen materias gruesas se recomienda que se desmenucen los desechos. Se necesita separar de la fracción a compostar toda clase de desechos peligrosos (los más comunes dentro del matadero son residuos de medicamentos y solventes).

**Mezcla/ revuelta y movimiento.** Al inicio del proceso de compostaje, el cuerpo de desechos tiene poros de varias dimensiones que son dispersadas de forma heterogénea. El aire (venido de aireación natural o artificial) pasa por las aperturas más grandes. Por consecuencia, pueden ocurrir condiciones anaeróbicas en lugares con alta densidad y poros pequeños. Una circulación suficiente del aire puede asegurarse solamente si está garantizada una dispersión homogénea del cuerpo de basura. En este caso donde se diseña el compostaje con montones (pilas) triangulares, el material es transportado de la primer pila (desechos en bruto) al segundo, después de un cierto tiempo (en general: una semana), al tercero etc. hasta el último (compost maduro).

**Aireación.** Para asegurar una buena aireación, hay que agregar un cierto porcentaje de material grueso. Los materiales gruesos deben agregarse especialmente para estructurar la basura cuando la densidad de los desechos es demasiado alta ( $> 700 \text{ kg/m}^3$ ) y, por consecuencia, no se realiza una libre circulación del aire. En general, el suministro de material grueso se puede realizar con la fracción gruesa del compost listo.

Por el volumen a manejar en la planta, es suficiente la mezcla/ revuelta del material para garantizar la aireación. Y se diseñan pilas de 1m de ancho con una altura de 1.2m con corte de triángulo simétrico; evitando así que ocurran condiciones anaeróbicas.

**Humedecimiento o Riego.** Se necesita una humedad entre 40 - 60 % (contenido de agua del material) para asegurar una biodegradación óptima. Si es demasiado seco el material, se para el proceso de biodegradación; si es demasiado húmedo, se transforma el proceso en putrefacción anaeróbica incontrolada.

En vista de las condiciones climáticas de la región, se debe tener una cubierta sobre las pilas para proteger el material de la abundancia del agua sin perder este recurso y El humedecimiento se puede realizar manualmente donde se puede acumular el agua de los desagües de lluvia para reemplazar parcialmente o completamente el agua fresca. Se recomienda ese sistema para regiones donde llueve mucho.

**Compostaje en Pilas.** El compostaje en pilas es el sistema más antiguo y más sencillo. La operación de este sistema es muy fácil. El material se coloca en pilas triangulares.

El tamaño de las pilas es muy importante para el proceso de compostaje. No debe superar en cierto máximo, y tampoco debe quedarse bajo un volumen mínimo.

Para asegurar la proliferación de los microorganismos que realizan el compostaje, se necesita una "masa crítica" mínima de 50 - 100 kg de basura biodegradable. Con esa masa, ya se puede prender y mantener durante un tiempo suficiente la reacción exóterma del proceso aeróbico que asegura las temperaturas necesarias para la higienización del material. Esta "masa crítica mínima" es especialmente importante para el compostaje individual.

La biodegradación principal ocurre durante los primeros 3 meses del proceso. Es importante que se haga regularmente la mezcla/ revuelta del material y que se controle la humedad. Se puede medir la humedad con un método muy simple, sin instrumentos. Se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material. Si salen 2 - 5 gotas de agua, la humedad es buena. Si sale menos

agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido o, si es por causa de demasiada lluvia, se debe construir un techo para la planta de compostaje.

El compost debe ser humedecido durante los primeros 3 meses. La duración total del proceso será de 6 meses. Después de este periodo, el compost será maduro y no contendrá ingredientes fitotóxicos, bacterias patógenas y otros materiales nocivos. Si se cosecha el compost antes del periodo de 6 meses, no se puede garantizar que el producto esté completamente higienizado. Se recomienda construir el techo de manera que toda el área de compostaje quede bajo techo. En base a otras experiencias, se proponen las siguientes reducciones en volumen de la mezcla a compostar en las diversas fases:

Reducción de la mezcla en pretratamiento	5%
Reducción en fermentación	20%
Reducción en maduración	20%

A lo largo del proceso de compostaje se produce una fermentación termófila de la materia orgánica volátil contenida en el material mezcla a tratar.

Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas en el proceso de fermentación y la continua circulación de aire a través de la masa, se produce una reducción sustancial de su contenido en agua.

Paralelamente, y también como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas, se produce una higienización de la mezcla tratada.

Teniendo en cuenta los parámetros básicos del compostaje se tiene los siguientes periodos:

**Fermentación:**

Periodo de fermentación 3 meses

En la etapa de maduración del compost, por medio volteo manual se tiene un periodo de maduración de 3 meses.

**Componentes del Compost.** Los componentes del compost son la Materia orgánica (MO) y el material de soporte.

Dadas las características específicas que presenta la materia orgánica a compostar, resulta del todo imprescindible para la obtención de un compost de calidad, mezclarla con otro material que confiera a la mezcla resultante una estructura porosa, mejore su granulometría, reduzca la humedad inicial y equilibre la composición de nutrientes utilizables para los microorganismos responsables del proceso.

Este material de mezcla se denomina normalmente “material de soporte”(MS) materiales de naturaleza tan diversa como las astillas de madera, los serrines, los residuos de poda, la corteza de coníferas, el compost sin tamizar, las hojas secas o el papel viejo, resultan satisfactorio como material de soporte. La necesidad del material de soporte es función de la MO de entrada en el proceso de compostaje.

Material de soporte (MS)

Tipología	Astillas de madera, aserrín, residuos de poda
Densidad del MS (Fracción Vegetal)	0.3 Ton/m <sup>3</sup>
Mezcla del compost MO/MS (en volumen)	3/1

**Dimensionado de la fase de fermentación.** Fase de mezcla del material a compostar, el compostaje comienza con la mezcla del material de soporte (MS) con la Materia orgánica, en la misma playa de descarga.

Tabla 31 Mezcla para compostaje

Material mezcla a compostar		Cantidad
Entrada de MO	m <sup>3</sup> /semana	16.44
MS necesaria de entrada	m <sup>3</sup> /semana	5.48
Preselección en playa y cabina	5 %	5 %
Entrada de MO a compostar	m <sup>3</sup> /semana	20.85

En esta fase hay que garantizar el alcance de un grado de porosidad suficiente, que garantice una óptima circulación del aire inyectado en la masa de fermentación.

Del mismo modo se consigue una reducción de volumen de la mezcla del 5%.

Fase de fermentación acelerada: dimensionado de túneles

La fase de fermentación tiene lugar en las pilas que se dimensionan en función de la entrada de material en esta fase.

Tabla 32. Diseño de pilas

Dimensiones de las pilas	
Ancho	1.2 m
Altura útil	1.5 m
Longitud	3.0 m
Cantidad de pilas	
Reducción de volumen en fase de mezcla	5%
Entrada de MO a fermentación	20.85 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de la pila	5.4 m <sup>3</sup>
Pilas a llenar por semana	3.86 Pilas/semana
Periodo de fermentación	12 semanas
Cantidad de pilas en fermentación	47 Pilas
Superficie efectiva fermentación	169.2 m <sup>2</sup>

## FASE DE MADURACIÓN

**Dimensionado de la maduración.** Como consecuencia de la extracción de impropios a la salida del túnel de fermentación, mediante la línea de pretratamiento y clasificación, y teniendo en cuenta la reducción del 20% en volumen del material en la fase de fermentación se obtienen la cantidad de material que entrará en la fase de maduración.

Entrada material a maduración  
Fracción orgánica reducida en fermentación 20.85 m<sup>3</sup>/semana  
Fracción orgánica de entrada a maduración 16.68 m<sup>3</sup>/semana

Teniendo en cuenta la producción y las principales características del compost producido, y considerando necesario un período de maduración o curado de 3 meses, se obtiene la superficie necesaria para la maduración.

Cantidad de pilas	
Reducción de volumen en fase de fermentación	20%
Entrada de MO a fermentación	16.68 m <sup>3</sup> /semana
Volumen de la pila	5.4 m <sup>3</sup>
Pilas a llenar por semana	3.08 Pilas/semana
Periodo de maduración	12 semanas
Cantidad de pilas en maduración	37 Pilas
Superficie efectiva para maduración	133.2 m <sup>2</sup>

### Características del compost maduro

#### Material mezcla a compostar

Reducción de volumen en maduración	20%
Compost salida maduración	13.34 m <sup>3</sup> /semana
Densidad del compost sin refinar	0.55 Ton/m <sup>3</sup>
Compost bruto	7.34 Ton/semana

## PROCESO DE AFINO

Una vez que se obtiene el material de las pilas maduro, se procede a la separación del mismo en diversas fracciones:

Fracción gruesa: material que todavía no ha sido degradado en toda la duración del proceso. Se destinará como material de soporte conjuntamente con la fracción vegetal.

Fracción final: Se procede a su tratamiento para separarla en diversas partes.

Afinado del material de las eras de maduración		Cantidad
Material a refinar	m3/semana	7.34
Material estructurante a recirculación (38%)	m3/semana	2.79
Compost refinado (56%)	m3/semana	4.11

Compost resultante para comercialización: (volumen) 4.11m3/mes)

## DIMENSIONADO DEL POZO DE LIXIVIADOS

En las plantas de compostaje, Las balsas de lixiviados constituyen un foco de concentración de olores. Por esta razón es recomendable proceder a minimizar el almacenaje de los lixiviados de manera que se produzca la mínima emisión de olores y obligar al explotador de la planta a consumir los lixiviados desde el mismo momento en que se generan.

La balsa de lixiviados puede ser sustituida por pozos de muy pequeña capacidad, llegando de esta manera a obligar a los operadores de la planta a consumir sus lixiviados en el interior de las pilas de fermentación, en el momento en el que el proceso es más energético y eliminarlos en forma de vapor de agua.

La cantidad de aguas lixiviadas varía según la composición de los desechos sólidos. Si se compostan desechos biodegradables domiciliarios, se puede estimar una cantidad de aguas lixiviadas entre 15 - 35 litros/ t basura cruda. Se puede bajar considerablemente la cantidad de aguas lixiviadas si se añade papel de servicio o de periódico a la basura cruda.

Se toma en promedio una cantidad de lixiviados del 25 Litros/tonelada de materia Orgánica. Se recomienda el diseño de un tanque un tanque para lixiviados que pueda almacenar el producido de un mes, teniendo en cuenta que no se trabaja, puesto que si hay correcto funcionamiento los lixiviados producidos se reutilizan permanentemente.

En el periodo de fermentación se requiere de mayor cantidad de agua por lo tanto este sería el caso crítico.

#### Volumen tanque recolector de lixiviados

Volumen de MO a regar	20.85 m <sup>3</sup> /semana
Densidad de la materia orgánica	0.60 ton/ m <sup>3</sup>
Peso de MO a regar	12.51 ton/semana
Producción de lixiviados	25 Lts/ton MO
Lixiviados	312.75 Lts/ semana
Periodo de acumulación de lixiviados	4 semanas
Volumen total	1251. Lts

#### Dimensiones tanque recolector de lixiviados

Altura efectiva	0.6 m
Ancho libre	1.5 m
Largo libre	1.5 m
Volumen disponible	1.35 m <sup>3</sup>
Tolva de lodos	0.15 m

## **ANEXO F. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

El diseño de la red de distribución de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado de aguas lluvias para el CENTRO DE FAENADO del Municipio de Córdoba, se calculó adoptando todos los parámetros que exigen las Normas RAS 2000, el código Colombiano de Fontanería y las resoluciones 2905 y 4282 de 2007.

De acuerdo al área de la construcción, a la altura de la edificación, y al uso de esta o es necesario el diseño de un sistema de red contra incendio de tubería, gabinetes, bombas. Para este tipo de construcciones es recomendable para la protección contra incendios, un plan de evacuación y emergencia, dotado de un stock de extintores de polvo seco tipo ABC.

### **GENERALIDADES**

El Centro de faenado, está constituido por una infraestructura de un piso y cubierta, distribuido de la siguiente forma: área de recepción de animales en dos corrales uno para cada especie, zona de lavado de animales en pie, zona de sacrificio y procesamiento, zona de almacenamiento, zona de distribución, cuarto de lavado de equipos, bodega, oficina de administración, celaduría y unidad sanitaria para operarios.

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

El lote cuenta con toda la infraestructura hidrosanitaria para efectuar sus conexiones así.

Red de acueducto: Red de distribución local, sobre la carretera Córdoba – Puerres, a 200 m del lote.

Red de alcantarillado Combinado sobre la carretera Córdoba – Puerres, a 200 m del lote. (Fuente Planeación Municipal).

### **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO**

La Red de distribución a la edificación será servida por una derivación de la tubería PVC de diámetro 1” sobre la carretera que de Córdoba conduce al municipio de Puerres. Presión de diseño P en el sitio = 10 m.c.a de acuerdo información suministrada en la oficina de Planeación municipal.

### **HIPÓTESIS DE ALIMENTACIÓN**

El suministro de agua potable para la Construcción se efectuará a través de un sistema a gravedad, en vista de que es el sistema de mejor eficiencia en cuanto a economía y flujo constante; se diseña entonces un tanque elevado de almacenamiento, se prefiere el sistema de abastecimiento por gravedad sobre los restantes por las siguientes ventajas.

Continuidad del servicio  
 Seguridad de funcionamiento  
 Bajo costo  
 Mínimo mantenimiento

La acometida para el tanque de almacenamiento será se tomará de una red existente que distribuye en el tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento.

### **CÁLCULO DE LA ACOMETIDA**

El sistema de medición de caudales se efectuará mediante la implementación de medidor individual aguas abajo del tanque.

El diseño se realiza con la aplicación del método de Hunter Modificado, que consiste en atribuir unidades de consumo para cada tipo de aparato, y relacionar la suma de las unidades de consumo con los caudales máximos probables.

Tabla 33. Calculo del Consumo

<b>USO</b>	<b>ARTEFACTO</b>	<b>U.C.</b>	<b>No. DE APARATOS</b>	<b>TOTA U.C.</b>
Privado	Inodoro de tanque "WC"	3	2	6
Privado	Lavamanos "LM"	1	2	2
Privado	Ducha "D"	2	2	4
Privado	Llaves "LL"	2	4	8
Privado	Lavadero "LD"	3	10	30
	Total		20	50

Fuente: unidades de Consumo Diagrama de hunter

Unidades de consumo = 50 U.C.

El diseño para la red de abastecimiento se realiza para tubería PVC, por lo tanto hay que multiplicar el consumo por 0.7, factor que se utiliza por que la tubería de PVC tiene mayor capacidad.

U.C. de diseño =  $50 * 0.7 = 35$  U.C.  
 Total U.C. de diseño = 35 U.C.

Con el total de U.C. se realiza el cálculo de caudal máximo probable “QMP” en el diagrama de Hunter, la curva correspondiente a instalaciones sin fluxómetro.

QMP = 1.39 LPS = 83.1 LPM = 4.99 m<sup>3</sup>/h

Tabla 34. Calculo de unidades de consumo

TRAMO	ACCESORIOS					U.C.	U.C. * 0.7
	WC	LM	D	LL	LD		
	3	1	2	2	3		
I – H					1	3	2,10
J – H				1	2	8	5,60
H - F				1	3	11	7,70
G – F				1	2	8	5,60
F – D				2	8	28	19,60
E – D	2	2	1			10	7,00
D – B	2	2	2	3	10	48	33,60
B – C	2	2	2	4	10	50	35,00
TOTAL APARATOS HIDRAULICOS:						20	

### CALCULO DE ACOMETIDA TANQUE ALTO

De acuerdo a las bases técnicas del código colombiano de Fontanería para el proyecto CENTRO DE FAENADO MUNICIPIO DE CÓRDOBA, y lo estipulado en las resoluciones 2905 y 4282 de 2007, se tiene que:

El tanque de almacenamiento debe ser construido o revestido en materiales que garanticen la potabilidad del agua con una capacidad mínima para operar durante un (1) día de proceso, a razón de 500 litros por bovino y 250litros por cada porcino sacrificado.

Dotación neta = 500 l/bovino/día  
 Número de bovinos/día = 10  
 Dotación neta = 250 l/porcino/día  
 Número de porcinos/día = 10  
 Tiempo de llenado = 2 Horas =  $2*60*60 = 7200$  seg.  
 Longitud recta = 17.5 m  
 Tubería a utilizar = PVC  
 Volumen a depositar =  $500\text{lts} * 10 + 250\text{lts} * 10 = 7500\text{lts} = 7.5\text{m}^3$   
 Volumen de diseño =  $7.5 \text{ m}^3$   
 Caudal =  $\frac{7500\text{lt}}{7200\text{seg}} = 1.04\text{lt} / \text{seg}$

Para un diámetro de 1 ¼ " se tiene:

$$V = 4Q / \pi D^2 = 4 * 0.00104 \text{ m}^3/\text{s} / (\pi * (0.03175 \text{ m})^2) = 1.31 \text{ m/s}$$

0.60 m/seg < 1.31 m/seg < 2.00 m/seg

El diámetro de la acometida será de 1 ¼ ", Para el tanque alto.

Dimensiones:

El tanque de almacenamiento tendrá las siguientes dimensiones.

Largo	= 2.50m
Ancho	= 2.50m
Profundidad útil	= 7.5/(2.5*2.5) = 1.20m
Borde libre	= 0.30m
Profundidad total	= 1.50m
Pendiente	= 4.2%
Profundidad con pendiente	= 0.063m
Volumen Útil	= 7.50 m <sup>3</sup>

### **Pérdidas en el medidor (hm)**

Para QMP = 83.1 lpm y diámetro = 3/4", de acuerdo a la grafica de pérdida en medidor, se tiene:

$$hm = 0.0032 \text{ bares} = 0.32 \text{ m.c.a.}^{31}$$

Perdidas por fricción total (Hft)

$$Hft = PD - (He + hm + Ps)$$

Donde:

PD = Presión de diseño

He = Altura estática del aparato más alejado

Hm = Pérdidas en el medidor

Ps = Presión de servicio del aparato más crítico

$$Hft = 10 - (1.2 + 0.32 + 3) = 5.48 \text{ m}$$

Aparato más alejado = Llave para lavado de porcino (LD)

Presión de servicio (Ps) = 3 m.c.a.

Longitud de tubería (L) = 73 m

---

<sup>31</sup> Manual medidores Cosmos WPD, Dn 25

Cálculo de pérdidas por unidad de longitud

$$J_c = \frac{H_{ft}}{LE}$$

Donde:  $LE = L + (50\% L)$   
 $LE = 73 + (73 \cdot 0.50) = 109.5 \text{ m}$

$$J_c = \frac{4.5}{109.5} = 0.041 \text{ m/m}$$

### Diseño de la Red Interna

El diseño del sistema de abastecimiento se realiza teniendo en cuenta como principal objetivo, que todos los aparatos deben ser abastecidos con suficiente cantidad de agua, adecuada presión y sin desperdicio de agua.

### CALCULO DE CAUDALES

Utilizando el diagrama de Hunter modificado se obtienen los siguientes caudales por tramo.

Tabla 35. Calculo de caudales

TRAMO	U.C. 0.7	* CAUDAL lts/min.	CAUDAL lts/seg.
I – H	2,10	18,60	0,31
J – H	5,60	23,06	0,38
H - F	7,70	25,75	0,43
G – F	5,60	25,75	0,43
F – D	19,60	52,80	0,88
E – D	7,00	28,44	0,47
D – B	33,60	81,00	1,35
B – C	35,00	83,40	1,39

### Prediseño: cálculo de los diámetros.

Para  $V = 1.5 \text{ m/seg}$  y tubería PVC.

Tabla 36. Prediseño de diámetros

TRAMO	CAUDAL lts/min.	DIAMETRO Pulgadas
I – H	17,69	3/4
J – H	23,06	3/4
H - F	25,75	3/4
G – F	25,75	3/4
F – D	54,07	1
E – D	28,44	3/4
D – B	82,31	1 1/4
B – C	84,49	1 1/4

**Cálculos Definitivos.** En razón de estimarse sobre diseñados algunos diámetros obtenidos en el prediseño, se rediseñaron los tramos correspondientes. Los cuales aparecen en los cálculos definitivos con las modificaciones en diámetro efectuadas al prediseño.

Una vez determinados los diámetros se efectuó el cálculo de las longitudes equivalentes, el cálculo de las longitudes equivalentes es el siguiente:

Tabla 37. Longitudes equivalentes

Accesorio	codos medio radio				T de salida				llave de paso			Reducciones			Long Equivalente
	1/2	3/4	1"	1 1/4	1/2	3/4	1"	1 1/4	3/4	1"	1 1/4	3/4	1"	1 1/4	
Perdidas	0,14	0,14	0,15	0,16	0,07	0,07	0,07	0,08	0,46	0,50	0,54	0,08	0,11	0,13	
TRAMO															
I – H		2				1			1						0,82
J – H	1				3	2			1			1			1,02
H - F						1									0,07
G – F	1	1			3	2			1			1			1,16
F – D	1		3		3		3			1			4		1,95
E – D	1				5	4			1			5	1		1,72
D – B				3	4			5			1			4	2,19
B – C				1	1			2			1			1	1,05

Para el cálculo de la presión final de los aparatos sanitarios se estableció como altura estática de los mismos 0.80 m por encima del nivel de piso. El cálculo se

realizó tomando como presión mínima, para el funcionamiento de los aparatos críticos 2 m y máxima 5 m. La ruta crítica para el proyecto "Centro de faenado, Municipio de Córdoba", se determinó siguiendo el recorrido desde el tanque alto,

Tramos desde:

C	a	B
B	a	D
D	a	F
F	a	H
H	a	I

Los cálculos de presiones y diámetros definitivos que garantizan el servicio hidráulico y además establecen la altura en la cual se debe construir el tanque alto; aparecen en el siguiente cuadro (Tabla 36):

Tabla 38. Cálculo de presiones definitivas

TRAMO	Longitud Equivalente	Long hztal (m)	Long Vcal (m)	Long total (m)	Ø (plg)	Q (l/s)	J (m/m)	V (m/s)	Pérdida Total (m)	Presión m.c.a	
De A											
Presión recomendada ultimo apto:										3,00	
I	H	0,82	5,60	1,50	6,42	3/4	0,29	0,00030	1,03	0,00192	4,50
Presión recomendada ultimo apto:										3,00	
J	H	1,02	2,50	1,50	3,52	3/4	0,38	0,00051	1,35	0,00179	4,50
H	F	0,07	1,12	0,5	1,19	3/4	0,43	0,00064	1,51	0,00076	5,00
Presión recomendada ultimo apto:										3,00	
G	F	1,16	6,60	0,80	7,76	3/4	0,43	0,00064	1,51	0,00493	3,80
F	D	1,95	24	0,5	25,95	1	0,90	0,00089	1,78	0,02298	5,50
Presión recomendada ultimo apto:										3,00	
E	F	1,72	3,40	2,10	5,12	3/4	0,47	0,00077	1,66	0,00397	5,10
D	B	2,19	10,92	0,50	13,11	1 1/4	1,37	0,00084	1,73	0,01102	6,00
B	C	1,05	2,30	0,50	3,35	1 1/4	1,41	0,00089	1,78	0,00297	6,50

De la tabla anterior, se obtiene que la salida del tanque elevado hacia la red de distribución interna debe construirse a una altura no menor de 6.50m sobre el nivel de piso, garantizando de esta forma el óptimo funcionamiento de los aparatos hidráulicos con un flujo constante y presión adecuada.

## ANEXO G. SISTEMAS DE DESAGÜES

El sistema de desagües de centro de faenado; estará conformado por dos redes independientes, una para aguas residuales y otra para aguas lluvias las que serán conectadas al sistema de tratamiento propio de la edificación.

**Sistema de aguas residuales.** La pendiente de los ramales de desagüe será uniforme y no menor de 1%. Cuando su diámetro sea igual o menor a 3" la pendiente mínima de estos será de 2%. Los empalmes se harán a un ángulo no mayor de 45 grados.

Las dimensiones de los ramales de desagüe y bajantes se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato sanitario, denominado unidad de descarga U.D.

Algunos aparatos sanitarios se han aumentado su diámetro a uno mayor que el mínimo, con el objeto de prever las posibles obstrucciones que se puedan presentar, como es el caso del diámetro mínimo del tubo que reciba la descarga de un sanitario será de 4".

Tabla 39. Unidades de Descarga por aparato

Aparatos sanitarios		Diámetro	Unidades de descarga
Sanitario de tanque	WC	$\theta = 4''$	4 U.D
Lavamanos	LM	$\theta = 2''$	2 U.D
Lavadero	LR	$\theta = 2''$	2 U.D
Lavaplatos	LP	$\theta = 2''$	2 U.D
Ducha	D	$\theta = 2''$	2 U.D
Sifón de piso	Sp	$\theta = 2''$	2 U.D

El número máximo de unidades de descarga que podrán verterse a un ramal de desagüe o bajante, se determinarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 40. Capacidad según el diámetro del tubo

<b>Diámetro del Tubo</b>	<b>Ramal Horizontal de desagüe</b>	<b>Bajantes de 3 pisos de altura</b>	<b>Bajantes de más de 3 pisos de altura</b>
1¼"	1	2	2
1½"	3	4	8
2"	6	10	24
2½"	12	20	42
3"	20	30	60
4"	160	240	500
6"	620	960	1900
8"	1400	2200	3600
10"	2500	3800	56000

El desagüe final se colocará en línea recta y no podrá quedar a menos de 1 metro de la distancia de los muros del edificio.

El número máximo de unidades de descarga que podrá verterse a los desagües del edificio se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 41. Capacidad del tubo según la pendiente

<b>Diámetro del Tubo</b>	<b>Pendiente</b>		
	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
2"	-	21	26
3"	20	27	36
4"	180	220	250
6"	700	840	1000
8"	1600	1920	2300
10"	2900	3500	4200
12"	4600	5600	6700
15"	8300	10000	12000

La planta está conformada por 3 cajillas interconectadas por tuberías PVC sanitaria las cuales conducen el agua residual al respectivo tratamiento, rejillas, trampa de grasas y humedal.

## CUADRO DE CÁLCULOS

Tabla 42. Desagües de aguas residuales.

### DISEÑO COLECTOR

CAJILLAS	ACCESORIOS CONECTADOS								UNIDADES DE DESCARGA UD	TOTAL UD	DIAMETRO DE DISEÑO pulg
	SM	LM	WC	LV	LP	D	SP	CAJILLA			
	4	2	4	3	2	2	2				

CAJILLA S-1												
Alimentación Directa								1		2	33	2"
TRAMO A - S1	1			2			3		16	3"		
TRAMO B - S1				3			3		15	3"		

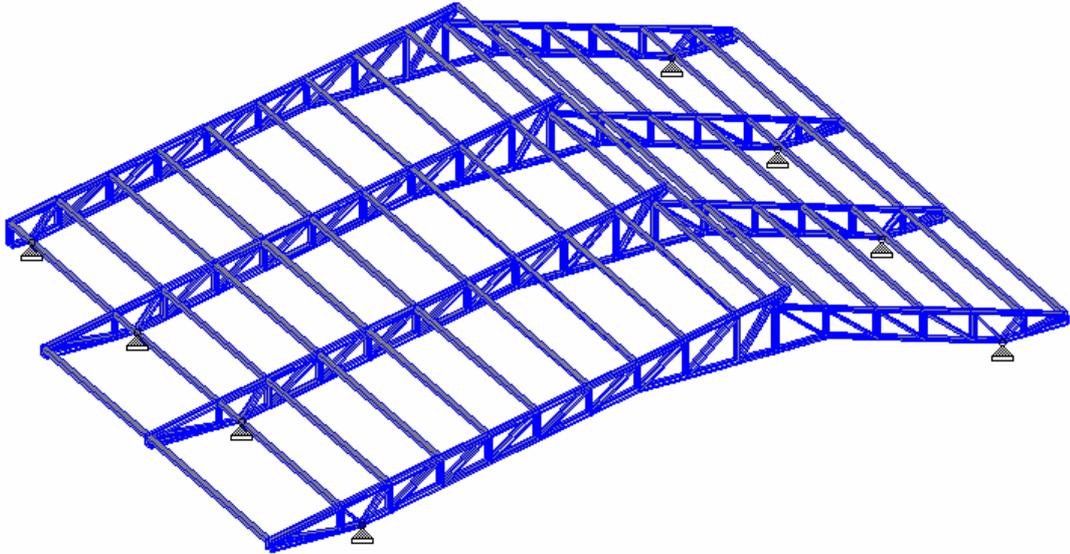
CAJILLA S-2											
Alimentación Directa	1							S1	37	52	4"
TRAMO C - S2				3			3	33	15		3"

CAJILLA S-3											
Alimentación Directa	1						1	S2	58	80	4"
TRAMO D - S3		2	2			2	3	52	22		4"

El diámetro de salida hacia la planta de tratamiento de aguas residuales es de 4 pulgadas.

## ANEXO H. DISEÑO ESTRUCTURAL

### GEOMETRIA GENERAL



La estructura se proyecta para soportar cargas las cuales se obtuvieron de su propio peso, Teja tipo termoacustic, cargas de viento a compresión y succión, además de esto se tiene en cuenta una carga viva que genera la instalación y un peso adicional de carga viva sobre las cerchas 2 y 3 de las cuales se suspenderá el riel por el cual se iza las canales.

La estructura responde a diferentes solicitaciones de carga, las cuales se obtuvieron al realizar combinaciones de carga, de acuerdo a la norma sismorresistente NSR 98

## ANALISIS DE CARGAS

### CARGA GENERADA POR VIENTO

$$V_v = 100 \quad \text{kph} \quad \text{B.6.5}$$

$$V_d = V_v * s_1 * s_2 * s_3$$

S1	1.1		
S2	0.74	TABLA	B.6.5.2
S3	1		B.6.5.6

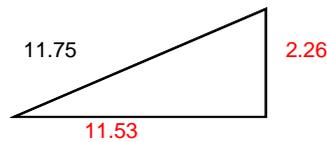
$$V_d = 81.4 \quad \text{kph}$$

$$q = 0.00048 * V_d^2 * S_4$$

S4	0.722	TABLA	B.6.6
q	0.2	kN/m <sup>2</sup>	
q	23.0	kg/m <sup>2</sup>	

$$P = C_p * q$$

C <sub>p</sub>	1.1	TABLA	B.6.7.3
	0.6	TABLA	B.6.7.3



Φ	11.09		
H =	3	altura hasta el alero mas bajo	
W =	11.53		

$$0.5 \quad 0.26 \quad 1.5 \quad \text{ok} \quad h/w < 0.5$$

P	25.26	kg/m <sup>2</sup>	compresion
P	13.78	kg/m <sup>2</sup>	succion

### CARGA MUERTA

$$\text{Teja Termoacustic} = 5.60 \quad \text{kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 5.60 \quad \text{kg/m}^2$$

### CARGA VIVA DE INSTALACION

$$\text{Total} = 5 \quad \text{kg/m}^2$$

### CARGA VIVA DE TRANSPORTE EN RIEL

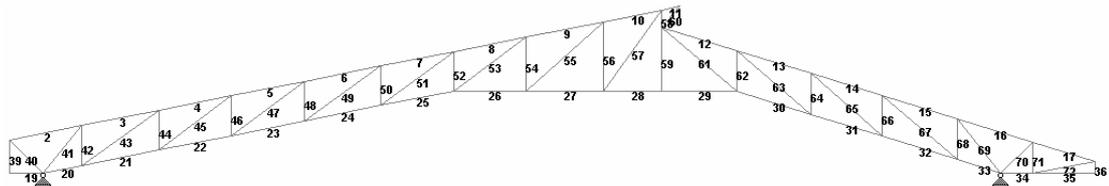
$$\text{Total} = 350 \quad \text{kg}$$

NOTA: la carga viva de transporte en riel solo se aplica para la cercha No 2 y 3

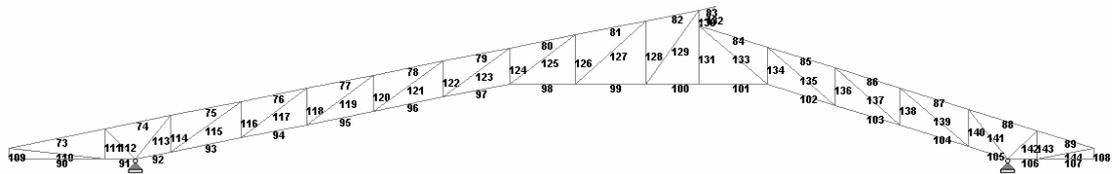
1. STAAD SPACE DXF IMPORT OF CERCHA.DXF  
INPUT FILE: lis.STD  
2. START JOB INFORMATION  
3. ENGINEER DATE 22-SEP-09  
4. END JOB INFORMATION  
5. INPUT WIDTH 79  
6. UNIT METER MTON  
7. JOINT COORDINATES  
8. 2 1.61222 0.510412 0; 3 2.71506 0.732592 0; 4 3.89142 0.969585 0  
9. 5 4.99427 1.19177 0; 6 6.09711 1.41395 0; 7 7.27347 1.65094 0  
10. 8 8.37632 1.87312 0; 9 9.47916 2.0953 0; 10 10.6555 2.33229 0  
11. 11 11.5378 2.51004 0; 12 11.8319 2.56928 0; 13 11.5378 2.2493 0  
12. 14 12.6854 1.88981 0; 15 13.8306 1.53111 0; 16 14.9041 1.19483 0  
13. 17 16.0493 0.836125 0; 18 17.1944 0.477424 0; 19 18.1421 0.180576 0  
14. 21 1.61222 0 0; 22 2.11675 0 0; 23 2.71506 0.120537 0; 24 3.89142 0.35753 0  
15. 25 4.99427 0.57971 0; 26 6.09711 0.801891 0; 27 7.27347 1.03888 0  
16. 28 8.37632 1.26106 0; 29 9.47916 1.26106 0; 30 10.6555 1.26106 0  
17. 31 11.5378 1.26106 0; 32 12.6854 1.26106 0; 33 13.8306 0.902362 0  
18. 34 14.9041 0.56608 0; 35 16.0493 0.207378 0; 36 16.7113 0 0; 37 17.1944 0 0  
19. 38 18.1421 0 0; 39 0 0.185612 4.16; 40 1.61222 0.510412 4.16  
20. 41 2.71506 0.732592 4.16; 42 3.89142 0.969585 4.16; 43 4.99427 1.19177 4.16  
21. 44 6.09711 1.41395 4.16; 45 7.27347 1.65094 4.16; 46 8.37632 1.87312 4.16  
22. 47 9.47916 2.0953 4.16; 48 10.6555 2.33229 4.16; 49 11.5378 2.51004 4.16  
23. 50 11.8319 2.56928 4.16; 51 11.5378 2.2493 4.16; 52 12.6854 1.88981 4.16  
24. 53 13.8306 1.53111 4.16; 54 14.9041 1.19483 4.16; 55 16.0493 0.836125 4.16  
25. 56 17.1944 0.477424 4.16; 57 18.1421 0.180576 4.16; 58 0 0 4.16  
26. 59 1.61222 0 4.16; 60 2.11675 0 4.16; 61 2.71506 0.120537 4.16  
27. 62 3.89142 0.35753 4.16; 63 4.99427 0.57971 4.16; 64 6.09711 0.801891 4.16  
28. 65 7.27347 1.03888 4.16; 66 8.37632 1.26106 4.16; 67 9.47916 1.26106 4.16  
29. 68 10.6555 1.26106 4.16; 69 11.5378 1.26106 4.16; 70 12.6854 1.26106 4.16  
30. 71 13.8306 0.902362 4.16; 72 14.9041 0.56608 4.16; 73 16.0493 0.207378 4.16  
31. 74 16.7113 0 4.16; 75 17.1944 0 4.16; 76 18.1421 0 4.16; 77 0 0.185612 8.276  
32. 78 1.61222 0.510412 8.276; 79 2.71506 0.732592 8.276  
33. 80 3.89142 0.969585 8.276; 81 4.99427 1.19177 8.276; 82 6.09711 1.41395 8.276  
34. 83 7.27347 1.65094 8.276; 84 8.37632 1.87312 8.276; 85 9.47916 2.0953 8.276  
35. 86 10.6555 2.33229 8.276; 87 11.5378 2.51004 8.276; 88 11.8319 2.56928 8.276  
36. 89 11.5378 2.2493 8.276; 90 12.6854 1.88981 8.276; 91 13.8306 1.53111 8.276  
37. 92 14.9041 1.19483 8.276; 93 16.0493 0.836125 8.276; 94 17.1944 0.477424 8.276  
38. 95 18.1421 0.180576 8.276; 96 0 0 8.276; 97 1.61222 0 8.276  
39. 98 2.11675 0 8.276; 99 2.71506 0.120537 8.276; 100 3.89142 0.35753 8.276  
40. 101 4.99427 0.57971 8.276; 102 6.09711 0.801891 8.276  
41. 103 7.27347 1.03888 8.276; 104 8.37632 1.26106 8.276  
42. 105 9.47916 1.26106 8.276; 106 10.6555 1.26106 8.276  
43. 107 11.5378 1.26106 8.276; 108 12.6854 1.26106 8.276  
44. 109 13.8306 0.902362 8.276; 110 14.9041 0.56608 8.276  
45. 111 16.0493 0.207378 8.276; 112 16.7113 0 8.276; 113 17.1944 0 8.276  
46. 114 18.1421 0 8.276; 115 0 0.185612 13.059; 116 1.61222 0.510412 13.059  
47. 117 2.71506 0.732592 13.059; 118 3.89142 0.969585 13.059  
48. 119 4.99427 1.19177 13.059; 120 6.09711 1.41395 13.059  
49. 121 7.27347 1.65094 13.059; 122 8.37632 1.87312 13.059  
50. 123 9.47916 2.0953 13.059; 124 10.6555 2.33229 13.059  
51. 125 11.5378 2.51004 13.059; 126 11.8319 2.56928 13.059  
52. 127 11.5378 2.2493 13.059; 128 12.6854 1.88981 13.059  
53. 129 13.8306 1.53111 13.059; 130 14.9041 1.19483 13.059  
54. 131 16.0493 0.836125 13.059; 132 17.1944 0.477424 13.059  
55. 133 18.1421 0.180576 13.059; 134 0 0 13.059; 135 1.61222 0 13.059  
56. 136 2.11675 0 13.059; 137 2.71506 0.120537 13.059; 138 3.89142 0.35753 13.059  
57. 139 4.99427 0.57971 13.059; 140 6.09711 0.801891 13.059  
58. 141 7.27347 1.03888 13.059; 142 8.37632 1.26106 13.059  
59. 143 9.47916 1.26106 13.059; 144 10.6555 1.26106 13.059  
60. 145 11.5378 1.26106 13.059; 146 12.6854 1.26106 13.059  
61. 147 13.8306 0.902362 13.059; 148 14.9041 0.56608 13.059  
62. 149 16.0493 0.207378 13.059; 150 16.7113 0 13.059; 151 17.1944 0 13.059  
63. 152 18.1421 0 13.059

64. MEMBER INCIDENCES

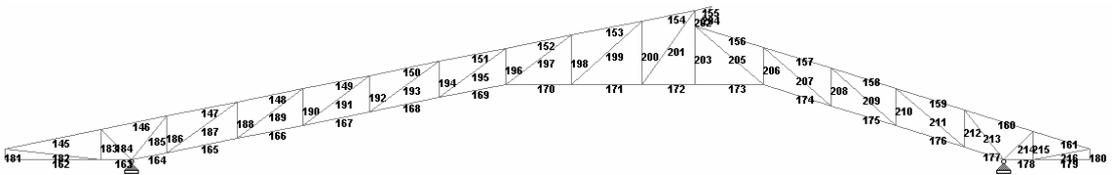
## CERCHA No 1



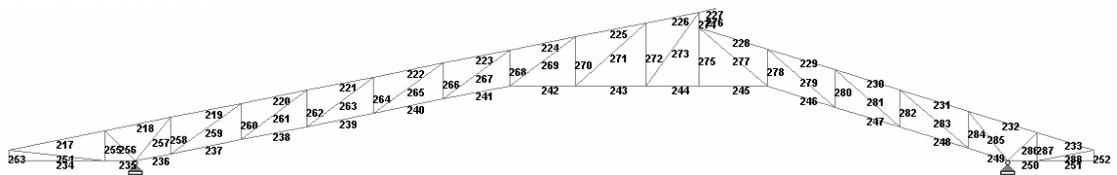
### CERCHA No 2



### CERCHA No 3

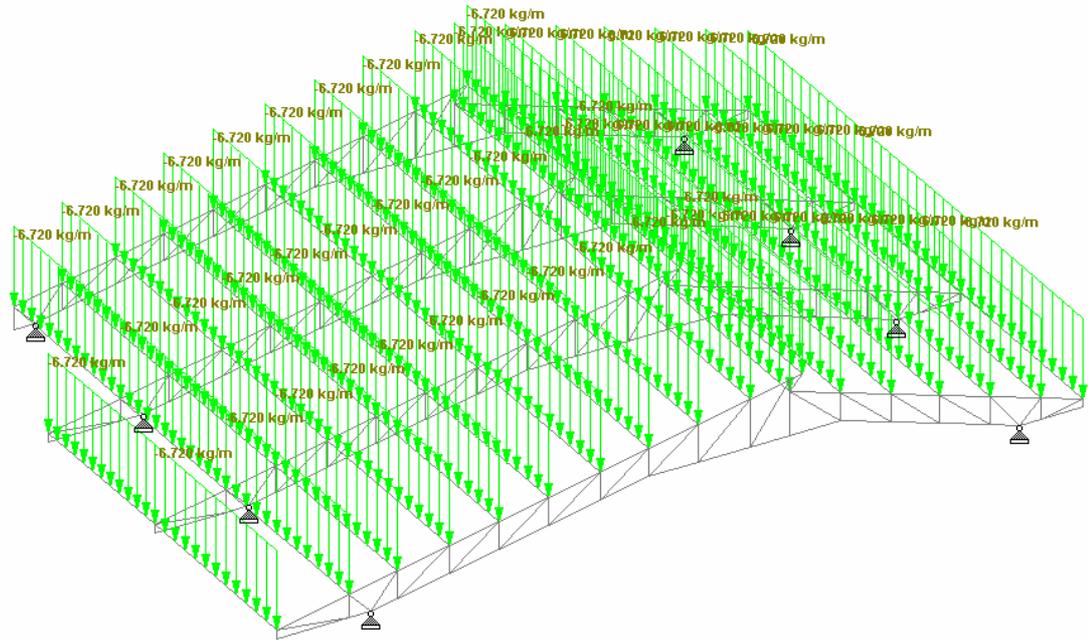
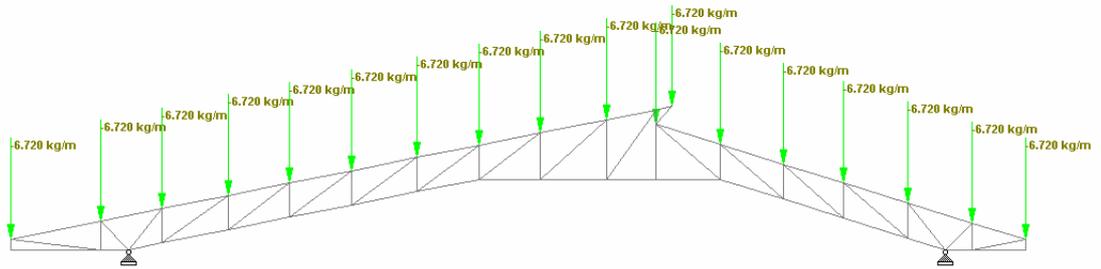


### CERCHA No 4

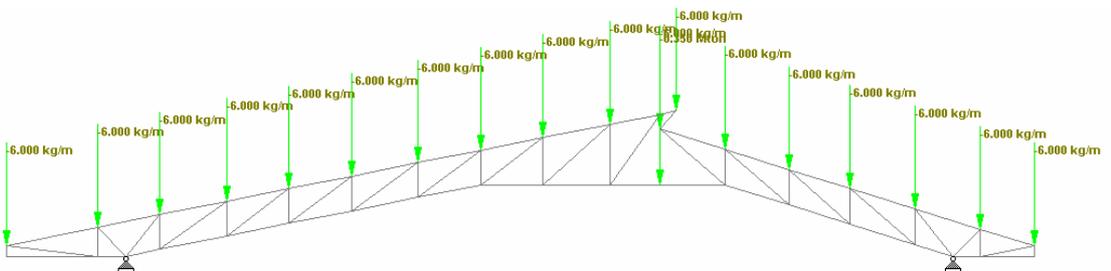


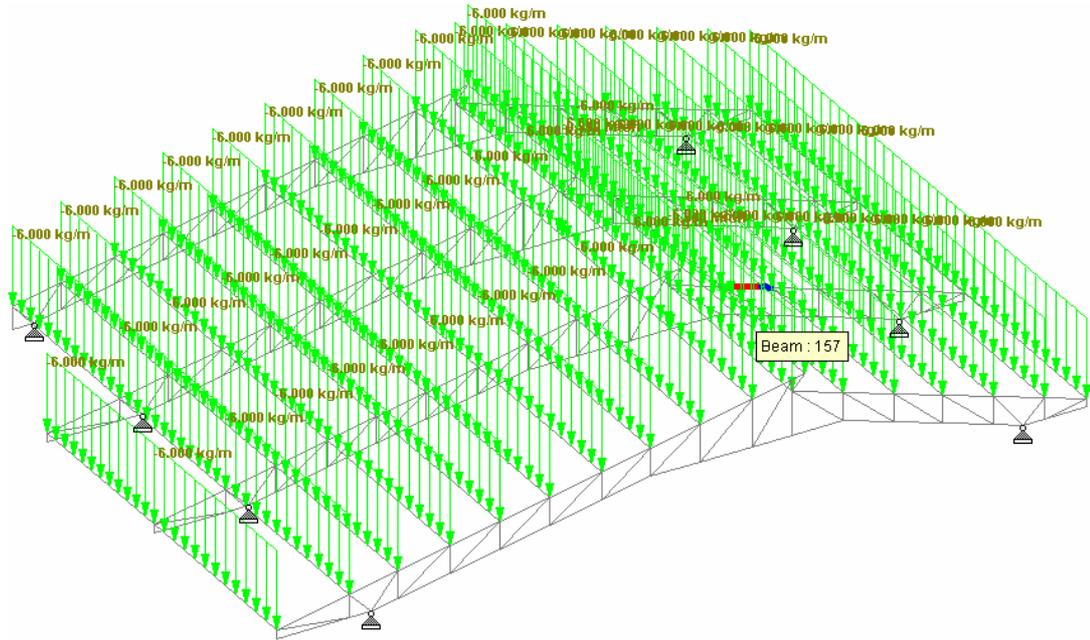
- 65. 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 6 7; 7 7 8; 8 8 9; 9 9 10; 10 10 11; 11 11 12
- 66. 12 13 14; 13 14 15; 14 15 16; 15 16 17; 16 17 18; 17 18 19; 19 21 22; 20 22 23
- 67. 21 23 24; 22 24 25; 23 25 26; 24 26 27; 25 27 28; 26 28 29; 27 29 30; 28 30 31
- 68. 29 31 32; 30 32 33; 31 33 34; 32 34 35; 33 35 36; 34 36 37; 35 37 38; 36 38 19

69. 39 21 2; 40 2 22; 41 22 3; 42 3 23; 43 23 4; 44 4 24; 45 24 5; 46 5 25  
70. 47 25 6; 48 6 26; 49 26 7; 50 7 27; 51 27 8; 52 8 28; 53 28 9; 54 9 29  
71. 55 29 10; 56 10 30; 57 30 11; 58 11 13; 59 13 31; 60 12 13; 61 13 32; 62 32 14  
72. 63 14 33; 64 33 15; 65 15 34; 66 34 16; 67 16 35; 68 35 17; 69 17 36; 70 36 18  
73. 71 18 37; 72 37 19; 73 39 40; 74 40 41; 75 41 42; 76 42 43; 77 43 44; 78 44 45  
74. 79 45 46; 80 46 47; 81 47 48; 82 48 49; 83 49 50; 84 51 52; 85 52 53; 86 53 54  
75. 87 54 55; 88 55 56; 89 56 57; 90 58 59; 91 59 60; 92 60 61; 93 61 62; 94 62 63  
76. 95 63 64; 96 64 65; 97 65 66; 98 66 67; 99 67 68; 100 68 69; 101 69 70  
77. 102 70 71; 103 71 72; 104 72 73; 105 73 74; 106 74 75; 107 75 76; 108 76 57  
78. 109 39 58; 110 39 59; 111 59 40; 112 40 60; 113 60 41; 114 41 61; 115 61 42  
79. 116 42 62; 117 62 43; 118 43 63; 119 63 44; 120 44 64; 121 64 45; 122 45 65  
80. 123 65 46; 124 46 66; 125 66 47; 126 47 67; 127 67 48; 128 48 68; 129 68 49  
81. 130 49 51; 131 51 69; 132 50 51; 133 51 70; 134 70 52; 135 52 71; 136 71 53  
82. 137 53 72; 138 72 54; 139 54 73; 140 73 55; 141 55 74; 142 74 56; 143 56 75  
83. 144 75 57; 145 77 78; 146 78 79; 147 79 80; 148 80 81; 149 81 82; 150 82 83  
84. 151 83 84; 152 84 85; 153 85 86; 154 86 87; 155 87 88; 156 89 90; 157 90 91  
85. 158 91 92; 159 92 93; 160 93 94; 161 94 95; 162 96 97; 163 97 98; 164 98 99  
86. 165 99 100; 166 100 101; 167 101 102; 168 102 103; 169 103 104; 170 104 105  
87. 171 105 106; 172 106 107; 173 107 108; 174 108 109; 175 109 110; 176 110 111  
88. 177 111 112; 178 112 113; 179 113 114; 180 114 95; 181 77 96; 182 77 97  
89. 183 97 78; 184 78 98; 185 98 79; 186 79 99; 187 99 80; 188 80 100; 189 100 81  
90. 190 81 101; 191 101 82; 192 82 102; 193 102 83; 194 83 103; 195 103 84  
91. 196 84 104; 197 104 85; 198 85 105; 199 105 86; 200 86 106; 201 106 87  
92. 202 87 89; 203 89 107; 204 88 89; 205 89 108; 206 108 90; 207 90 109  
93. 208 109 91; 209 91 110; 210 110 92; 211 92 111; 212 111 93; 213 93 112  
94. 214 112 94; 215 94 113; 216 113 95; 217 115 116; 218 116 117; 219 117 118  
95. 220 118 119; 221 119 120; 222 120 121; 223 121 122; 224 122 123; 225 123 124  
96. 226 124 125; 227 125 126; 228 127 128; 229 128 129; 230 129 130; 231 130 131  
97. 232 131 132; 233 132 133; 234 134 135; 235 135 136; 236 136 137; 237 137 138  
98. 238 138 139; 239 139 140; 240 140 141; 241 141 142; 242 142 143; 243 143 144  
99. 244 144 145; 245 145 146; 246 146 147; 247 147 148; 248 148 149; 249 149 150  
100. 250 150 151; 251 151 152; 252 152 133; 253 115 134; 254 115 135; 255 135 116  
101. 256 116 136; 257 136 117; 258 117 137; 259 137 118; 260 118 138; 261 138 119  
102. 262 119 139; 263 139 120; 264 120 140; 265 140 121; 266 121 141; 267 141 122  
103. 268 122 142; 269 142 123; 270 123 143; 271 143 124; 272 124 144; 273 144 125  
104. 274 125 127; 275 127 145; 276 126 127; 277 127 146; 278 146 128; 279 128 147  
105. 280 147 129; 281 129 148; 282 148 130; 283 130 149; 284 149 131; 285 131 150  
106. 286 150 132; 287 132 151; 288 151 133; 289 39 77; 290 77 115; 291 2 40  
107. 292 40 78; 293 78 116; 294 3 41; 295 41 79; 296 79 117; 297 4 42; 298 42 80  
108. 299 80 118; 300 5 43; 301 43 81; 302 81 119; 303 6 44; 304 44 82; 305 82 120  
109. 306 7 45; 307 45 83; 308 83 121; 309 8 46; 310 46 84; 311 84 122; 312 9 47  
110. 313 47 85; 314 85 123; 315 10 48; 316 48 86; 317 86 124; 318 12 50; 319 50 88  
111. 320 88 126; 321 13 51; 322 51 89; 323 89 127; 324 14 52; 325 52 90; 326 90 128  
112. 327 15 53; 328 53 91; 329 91 129; 330 16 54; 331 54 92; 332 92 130; 333 17 55  
113. 334 55 93; 335 93 131; 336 18 56; 337 56 94; 338 94 132; 339 19 57; 340 57 95  
114. 341 95 133  
115. DEFINE MATERIAL START  
116. ISOTROPIC STEEL  
117. E 2.09042E+007  
118. POISSON 0.3  
119. DENSITY 7.83341  
120. ALPHA 1.2E-005  
121. DAMP 0.03  
122. END DEFINE MATERIAL  
123. MEMBER PROPERTY AMERICAN  
124. 2 TO 17 19 TO 36 39 73 TO 109 129 131 145 TO 181 201 203 217 TO 252 -  
125. 253 TABLE LD L20203 SP 0.13  
126. 40 TO 72 110 TO 128 130 132 TO 144 182 TO 200 202 204 TO 216 254 TO 287 -  
127. 288 TABLE LD L20203 SP 0.13  
128. 289 TO 341 TABLE ST TUBE TH 0.0012 WT 0.1 DT 0.1  
129. CONSTANTS  
130. BETA 11 MEMB 289 TO 320  
131. BETA 349 MEMB 321 TO 341  
132. MATERIAL STEEL ALL  
133. SUPPORTS  
134. 22 36 60 74 98 112 136 150 PINNED  
135. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE CARGA MUERTA  
136. SELFWEIGHT Y -1 LIST 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 341  
137. MEMBER LOAD  
138. 289 TO 341 UNI GY -0.00672

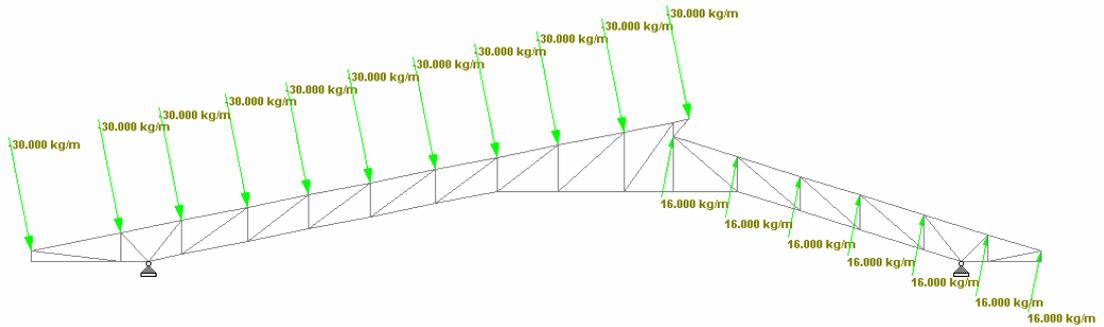


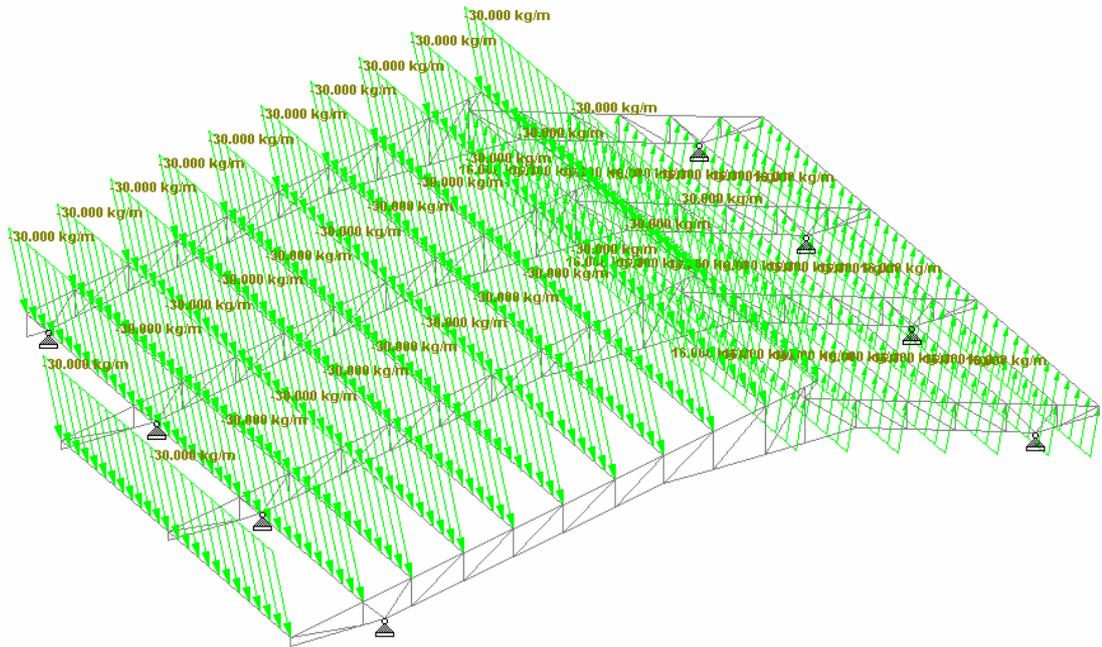
139. LOAD 2 LOADTYPE NONE TITLE CARGA VIVA  
 140. MEMBER LOAD  
 141. 289 TO 341 UNI GY -0.006  
 142. JOINT LOAD  
 143. 69 107 FY -0.35



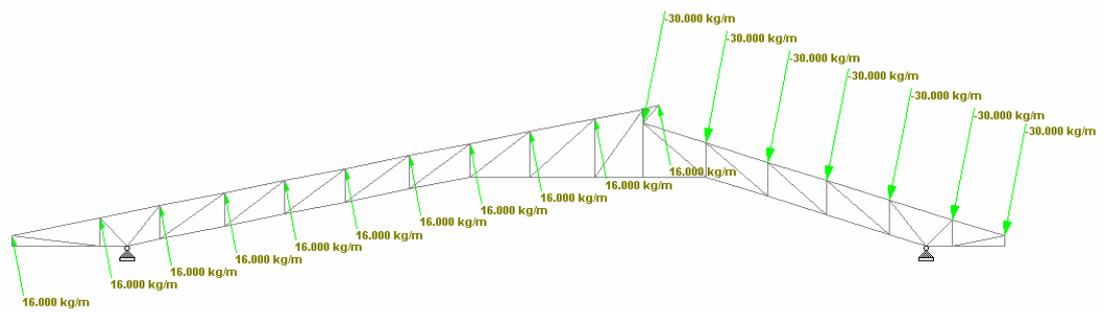


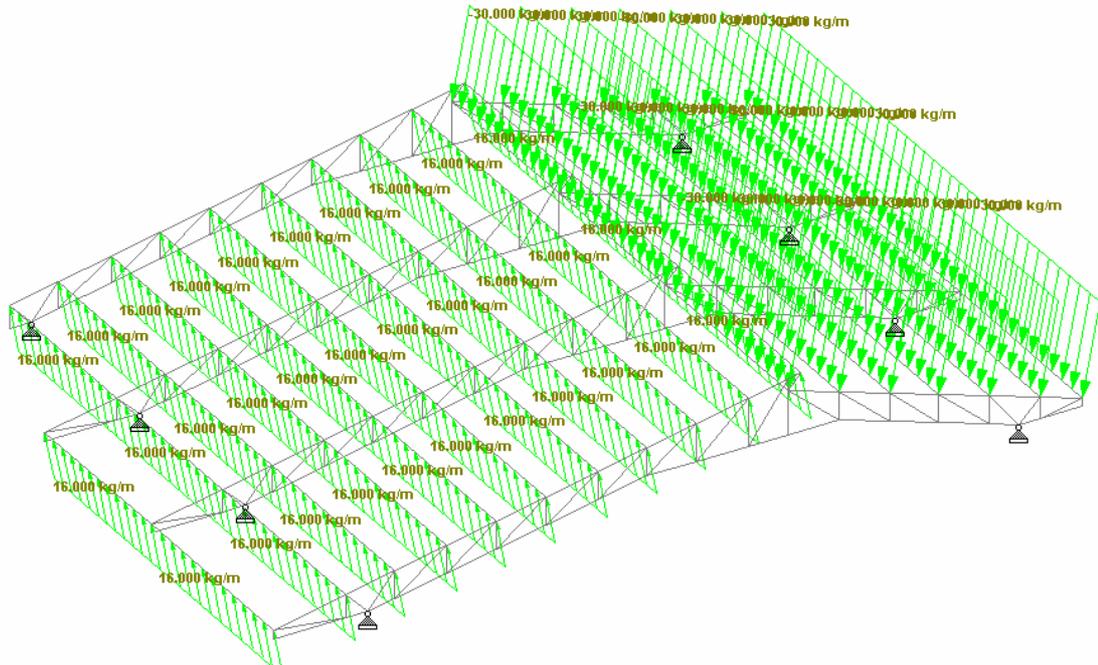
- 144. LOAD 3 LOADTYPE NONE TITLE VIENTO 1
- 145. MEMBER LOAD
- 146. 289 TO 320 UNI Y -0.03
- 147. 321 TO 341 UNI Y 0.016





148. LOAD 4 LOADTYPE NONE TITLE VIENTO 2  
 149. MEMBER LOAD  
 150. 289 TO 320 UNI Y 0.016  
 151. 321 TO 341 UNI Y -0.03





- 152. \*\*\*\*\*
- 153. LOAD 5 SISMO X
- 154. SELFWEIGHT X -1 LIST 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 341
- 155. MEMBER LOAD
- 156. 289 TO 341 UNI GX -0.00672
- 157. SELFWEIGHT Z -1 LIST 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 341
- 158. MEMBER LOAD
- 159. 289 TO 341 UNI GZ -0.00672
- 160. SPECTRUM CQC X 1 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.03
- 161. 0 0.75; 0.1 0.75; 0.15 0.75; 0.2 0.75; 0.25 0.75; 0.3 0.75; 0.35 0.75
- 162. 0.4 0.75; 0.45 0.75; 0.5 0.72; 0.55 0.655; 0.6 0.6; 0.65 0.554; 0.7 0.514
- 163. 0.75 0.48; 0.8 0.45; 0.85 0.424; 0.9 0.4; 0.95 0.379; 1 0.36; 1.1 0.327
- 164. 1.2 0.3; 1.3 0.277; 1.4 0.257; 1.5 0.24; 1.6 0.225; 1.7 0.212; 1.8 0.2
- 165. 1.9 0.189; 2 0.18; 2.1 0.171; 2.2 0.164; 2.3 0.157; 2.4 0.15; 2.5 0.15
- 166. 2.6 0.15; 2.7 0.15; 2.8 0.15; 2.9 0.15; 3 0.15; 3.1 0.15; 3.2 0.15; 3.3 0.15
- 167. 3.4 0.15; 3.5 0.15; 3.6 0.15; 3.7 0.15; 3.8 0.15; 3.9 0.15; 4 0.15; 4.1 0.15
- 168. 4.2 0.15; 4.3 0.15; 4.4 0.15; 4.5 0.15; 4.6 0.15; 4.7 0.15; 4.8 0.15
- 169. 4.9 0.15; 5 0.15; 5.1 0.15; 5.2 0.15; 5.3 0.15; 5.4 0.15; 5.5 0.15; 5.6 0.15
- 170. 5.7 0.15; 5.8 0.15; 5.9 0.15; 6 0.15
- 171. LOAD 6 SISMO Z
- 172. SPECTRUM CQC Z 1 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.03
- 173. 0 0.75; 0.1 0.75; 0.15 0.75; 0.2 0.75; 0.25 0.75; 0.3 0.75; 0.35 0.75
- 174. 0.4 0.75; 0.45 0.75; 0.5 0.72; 0.55 0.655; 0.6 0.6; 0.65 0.554; 0.7 0.514
- 175. 0.75 0.48; 0.8 0.45; 0.85 0.424; 0.9 0.4; 0.95 0.379; 1 0.36; 1.1 0.327
- 176. 1.2 0.3; 1.3 0.277; 1.4 0.257; 1.5 0.24; 1.6 0.225; 1.7 0.212; 1.8 0.2
- 177. 1.9 0.189; 2 0.18; 2.1 0.171; 2.2 0.164; 2.3 0.157; 2.4 0.15; 2.5 0.15
- 178. 2.6 0.15; 2.7 0.15; 2.8 0.15; 2.9 0.15; 3 0.15; 3.1 0.15; 3.2 0.15; 3.3 0.15
- 179. 3.4 0.15; 3.5 0.15; 3.6 0.15; 3.7 0.15; 3.8 0.15; 3.9 0.15; 4 0.15; 4.1 0.15
- 180. 4.2 0.15; 4.3 0.15; 4.4 0.15; 4.5 0.15; 4.6 0.15; 4.7 0.15; 4.8 0.15
- 181. 4.9 0.15; 5 0.15; 5.1 0.15; 5.2 0.15; 5.3 0.15; 5.4 0.15; 5.5 0.15; 5.6 0.15
- 182. 5.7 0.15; 5.8 0.15; 5.9 0.15; 6 0.15
- 183. LOAD COMB 7 1.2D + 0.5L
- 184. 1 1.2 2 0.5
- 185. LOAD COMB 8 1.2D + 1.6L
- 186. 1 1.2 2 1.6
- 187. LOAD COMB 9 1.2D + 0.5L + 1.3V1
- 188. 1 1.2 2 0.5 3 1.3
- 189. LOAD COMB 10 1.2D + 0.5L + 1.3V2
- 190. 1 1.2 2 0.5 4 1.3
- 191. LOAD COMB 11 1.2D + 0.5L + EX/R + 0.3EZ/R

192. 1 1.2 2 0.5 5 0.143 6 0.043  
 193. LOAD COMB 12 1.2D + 0.5L - EX/R - 0.3EZ/R  
 194. 1 1.2 2 0.5 5 -0.143 6 -0.043  
 195. LOAD COMB 13 1.2D + 0.5L + 0.3EX/R + EZ/R  
 196. 1 1.2 2 0.5 5 0.043 6 0.143  
 197. LOAD COMB 14 1.2D + 0.5L - 0.3EX/R - EZ/R  
 198. 1 1.2 2 0.5 5 -0.043 6 -0.143  
 199. LOAD COMB 15 0.9D + EX/R + 0.3EZ/R  
 200. 1 0.9 5 0.143 6 0.043  
 201. LOAD COMB 16 0.9D - EX/R - 0.3EZ/R  
 202. 1 0.9 5 -0.143 6 -0.043  
 203. LOAD COMB 17 0.9D + 0.3EX/R + EZ/R  
 204. 1 0.9 5 0.043 6 0.143  
 205. LOAD COMB 18 0.9D - 0.3EX/R - EZ/R  
 206. 1 0.9 5 -0.043 6 -0.143  
 207. LOAD COMB 19 0.9D + 1.3V1  
 208. 1 0.9 3 1.3  
 209. LOAD COMB 20 0.9D + 1.3V2  
 210. 1 0.9 4 1.3  
 211. LOAD COMB 21 1.4D  
 212. 1 1.4  
 213. PERFORM ANALYSIS

PROBLEM STATISTICS

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 150/ 337/ 8

SOLVER USED IS THE OUT-OF-CORE BASIC SOLVER

ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH= 38/ 11/ 72 DOF  
 TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 6, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 876  
 SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 64 DOUBLE KILO-WORDS  
 REQD/AVAIL. DISK SPACE = 13.8/ 12231.6 MB

NUMBER OF MODES REQUESTED = 6  
 NUMBER OF EXISTING MASSES IN THE MODEL = 414  
 NUMBER OF MODES THAT WILL BE USED = 6

\*\*\* EIGENSOLUTION : SUBSPACE METHOD \*\*\*

CALCULATED FREQUENCIES FOR LOAD CASE 5

MODE	FREQUENCY(CYCLES/SEC)	PERIOD(SEC)	ACCURACY
1	2.777	0.36009	1.120E-15
2	7.466	0.13394	4.133E-15
3	13.234	0.07557	1.660E-09
4	15.470	0.06464	5.872E-09
5	17.876	0.05594	7.308E-09
6	20.789	0.04810	6.692E-08

The following Frequencies are estimates that were calculated. These are for information only and will not be used. Remaining values are either above the cut off mode/freq values or are of low accuracy. To use these frequencies, rerun with a higher cutoff mode (or mode + freq) value.

CALCULATED FREQUENCIES FOR LOAD CASE 5

MODE	FREQUENCY(CYCLES/SEC)	PERIOD(SEC)	ACCURACY
7	25.828	0.03872	2.532E-06
8	27.352	0.03656	5.187E-05

RESPONSE LOAD CASE 5

CQC MODAL COMBINATION METHOD USED.

DYNAMIC WEIGHT X Y Z 4.380577E+00 2.212351E-08 4.380577E+00 MTON

MISSING WEIGHT X Y Z -4.380575E+00 -2.212351E-08 -2.785752E-01 MTON

MODAL WEIGHT X Y Z 2.590938E-06 1.030895E-21 4.102002E+00 MTON

MODE ACCELERATION-G DAMPING

1 0.75026 0.05000

2	0.75026	0.05000
3	0.75026	0.05000
4	0.75026	0.05000
5	0.75026	0.05000
6	0.75026	0.05000

┌ MODAL BASE ACTIONS┐

MODAL BASE ACTIONS		FORCES IN MTON LENGTH IN METE					
		MOMENTS ARE ABOUT THE ORIGIN					
MODE	PERIOD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	0.360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.134	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.076	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.065	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.056	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.048	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

┌ PARTICIPATION FACTORS┐

MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT							BASE SHEAR IN MTON		
MODE	X	Y	Z	SUMM-X	SUMM-Y	SUMM-Z	X	Y	Z
1	0.00	0.00	62.66	0.000	0.000	62.657	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.09	0.000	0.000	62.746	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	4.23	0.000	0.000	66.972	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	5.10	0.000	0.000	72.069	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	21.50	0.000	0.000	93.571	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.07	0.000	0.000	93.641	0.00	0.00	0.00
TOTAL SRSS SHEAR							0.00	0.00	0.00
TOTAL 10PCT SHEAR							0.00	0.00	0.00
TOTAL ABS SHEAR							0.00	0.00	0.00
TOTAL CQC SHEAR							0.00	0.00	0.00

RESPONSE LOAD CASE 6

CQC MODAL COMBINATION METHOD USED.  
DYNAMIC WEIGHT X Y Z 4.380577E+00 2.212351E-08 4.380577E+00 MTON  
MISSING WEIGHT X Y Z -4.380575E+00 -2.212351E-08 -2.785752E-01 MTON  
MODAL WEIGHT X Y Z 2.590938E-06 1.030895E-21 4.102002E+00 MTON

MODE	ACCELERATION-G	DAMPING
1	0.75026	0.05000
2	0.75026	0.05000
3	0.75026	0.05000
4	0.75026	0.05000
5	0.75026	0.05000
6	0.75026	0.05000

┌ MODAL BASE ACTIONS┐

MODAL BASE ACTIONS		FORCES IN MTON LENGTH IN METE					
		MOMENTS ARE ABOUT THE ORIGIN					
MODE	PERIOD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

1	0.360	0.00	0.00	2.06	3.57	-20.35	0.00
2	0.134	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.18	0.00
3	0.076	0.00	0.00	0.14	0.07	0.21	0.00
4	0.065	0.00	0.00	0.17	0.05	-0.06	0.00
5	0.056	0.00	0.00	0.71	0.36	-9.57	0.00
6	0.048	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.23	0.00

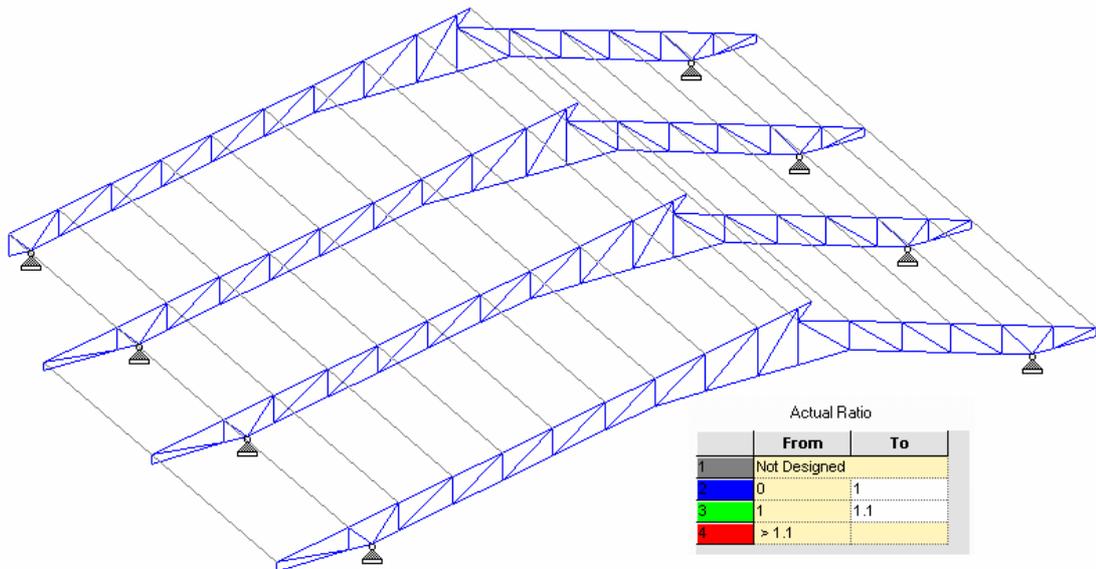
┌ PARTICIPATION FACTORS ┘

MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT							BASE SHEAR IN MTON		
MODE	X	Y	Z	SUMM-X	SUMM-Y	SUMM-Z	X	Y	Z
1	0.00	0.00	62.66	0.000	0.000	62.657	0.00	0.00	2.06
2	0.00	0.00	0.09	0.000	0.000	62.746	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	4.23	0.000	0.000	66.972	0.00	0.00	0.14
4	0.00	0.00	5.10	0.000	0.000	72.069	0.00	0.00	0.17
5	0.00	0.00	21.50	0.000	0.000	93.571	0.00	0.00	0.71
6	0.00	0.00	0.07	0.000	0.000	93.641	0.00	0.00	0.00
TOTAL SRSS SHEAR							0.00	0.00	2.19
TOTAL 10PCT SHEAR							0.00	0.00	2.19
TOTAL ABS SHEAR							0.00	0.00	3.08
TOTAL CQC SHEAR							0.00	0.00	2.21

- 216. LOAD LIST 7 TO 21
- 217. \*LOAD LIST 1
- 218. \*PRINT SUPPORT REACTION ALL
- 219. PARAMETER 1
- 220. CODE LRFD
- 221. FYLD 25310.7 MEMB 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 288
- 222. FU 42184.4 MEMB 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 288
- 223. CHECK CODE MEMB 2 TO 17 19 TO 36 39 TO 288

┌ STEEL DESIGN ┘

STAAD.Pro CODE CHECKING - (LRFD 3RD EDITION)  
\*\*\*\*\*



ALL UNITS ARE - MTON METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
2 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.034	9	
	0.08 T	-0.03	0.00	1.12	
3 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.094	9	
	0.45 C	0.04	0.00	0.00	
4 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.141	9	
	1.19 C	0.05	0.00	0.00	
5 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.295	9	
	1.61 C	0.04	0.00	0.00	
6 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.311	9	
	1.78 C	0.02	0.00	0.00	
7 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.299	9	
	1.69 C	0.01	0.00	1.13	
8 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.250	9	
	1.35 C	0.02	0.00	1.12	
9 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.120	9	
	0.99 C	0.03	0.00	1.20	
10 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.288	9	
	0.59 C	0.01	0.03	0.90	
11 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.136	9	
	0.01 T	-0.04	0.01	0.00	
12 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.205	10	
	0.63 C	0.07	-0.02	0.00	
13 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086	10	
	0.69 C	0.00	0.00	0.00	
14 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.075	10	
	0.53 C	0.03	0.00	1.12	
15 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.051	10	
	0.08 C	0.03	0.00	1.20	
16 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.036	10	
	0.36 T	-0.02	0.00	1.20	
17 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.089	10	
	0.23 T	-0.10	0.00	0.99	
19 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.069	9	
	0.00 T	-0.07	0.00	0.50	
20 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.228	9	
	1.09 C	-0.14	0.00	0.00	
21 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.108	9	
	0.36 C	-0.08	0.00	0.00	
22 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.076	10	
	0.69 C	-0.01	0.00	1.13	
23 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.072	10	
	0.64 C	-0.01	0.00	1.12	
24 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			
	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.072	10	
	0.65 C	0.00	0.00	1.20	
25 LD	L20203	(AISC SECTIONS)			

		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.078	10
		0.70 C	0.00	0.00	1.13
26	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.114	9
		0.60 C	0.07	0.00	0.00
27	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.163	9
		0.99 C	0.09	0.00	0.00
28	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.286	9
		1.26 C	0.05	0.01	0.00
29	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.123	9
		1.21 C	0.00	0.00	0.00
30	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.335	9
		1.77 C	-0.01	0.01	0.00
31	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.311	9
		1.72 C	-0.01	0.00	0.00
32	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.307	9
		1.69 C	-0.01	0.00	0.00
33	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.303	9
		1.72 C	-0.01	0.00	0.00
34	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.134	10
		0.24 C	-0.12	0.00	0.00
35	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.040	10
		0.01 C	-0.04	0.00	0.00
36	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.011	10
		0.00 T	0.01	0.00	0.18
39	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	9
		0.00 T	0.07	0.00	0.51
40	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.055	9
		0.15 C	-0.04	0.00	0.72
41	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.154	9
		0.79 C	0.10	0.00	0.95
42	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.058	9
		0.38 T	-0.03	0.00	0.61
43	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.175	9
		0.86 C	0.12	0.00	1.45
44	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.052	9
		0.24 T	-0.04	0.00	0.61
45	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.130	9
		0.51 C	0.10	0.00	0.00
46	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.030	9
		0.10 T	-0.03	0.00	0.61
47	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.076	9
		0.20 C	0.07	0.00	0.12
48	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.024	9
		0.03 C	0.01	0.00	0.00
49	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.033	9
		0.11 T	0.03	0.00	0.12
50	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.061	9
		0.16 C	0.02	0.00	0.00
51	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.044	9

		0.42 T	-0.03	0.00	1.38	
52 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.095		9
		0.30 C	0.04	0.00	0.00	
53 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.062		9
		0.46 T	-0.05	0.00	1.38	
54 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.096		9
		0.33 C	0.06	0.00	0.00	
55 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.083		9
		0.52 T	-0.07	0.00	0.00	
56 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.151		9
		0.34 C	0.08	0.01	0.00	
57 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.236		9
		0.47 T	-0.09	0.02	1.53	
58 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.363		9
		0.35 C	0.07	0.04	0.00	
59 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.185		9
		0.00 T	-0.04	-0.03	0.00	
60 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.257		9
		0.07 C	0.10	0.02	0.43	
61 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.184		9
		0.63 C	0.05	-0.02	0.00	
62 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.088		10
		0.21 C	0.07	0.00	0.63	
63 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.054		9
		0.06 T	0.02	0.00	0.00	
64 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.047		10
		0.03 C	0.04	0.00	0.63	
65 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.072		10
		0.20 C	0.06	0.00	1.44	
66 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.029		10
		0.10 T	-0.03	0.00	0.00	
67 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.116		10
		0.55 C	0.08	0.00	0.00	
68 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.043		10
		0.24 T	-0.02	0.00	0.00	
69 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.117		10
		0.64 C	0.07	0.00	0.00	
70 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.066		10
		0.20 C	0.06	0.00	0.68	
71 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.024		10
		0.06 T	0.02	0.00	0.00	
72 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.107		10
		0.23 C	0.10	0.00	0.96	
73 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.082		9
		0.35 T	-0.09	0.00	0.00	
74 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.042		9
		0.58 T	-0.01	0.00	0.00	
75 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086		9
		0.48 C	-0.01	0.01	0.00	

76	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.341	9			
		1.99 C	0.01	0.00	1.13			
77	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.489	9			
		2.91 C	0.00	0.00	0.66			
78	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.563	9			
		3.34 C	0.00	0.00	0.10			
79	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.559	9			
		3.24 C	0.00	0.00	1.13			
80	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.468	9			
		2.66 C	-0.01	0.00	1.12			
81	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.361	9			
		2.02 C	-0.01	-0.01	1.20			
82	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.726	8			
		1.27 C	0.01	0.08	0.90			
83	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.290	8			
		0.34 C	0.02	0.03	0.00			
84	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.409	10			
		1.42 C	-0.01	-0.04	0.00			
85	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.275	10			
		1.45 C	0.00	0.01	0.00			
86	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.096	10			
		1.07 C	0.00	0.00	1.12			
87	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.046	10			
		0.13 C	-0.01	0.00	1.20			
88	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.046	10			
		0.73 T	-0.01	0.00	1.20			
89	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.045	10			
		0.48 T	-0.01	0.00	0.00			
90	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.042	9			
		0.00 C	-0.03	0.00	1.61			
91	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.079	9			
		0.37 C	-0.03	0.00	0.50			
92	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.451	9			
		2.53 C	0.01	0.00	0.00			
93	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.322	8			
		1.87 C	-0.01	0.00	1.20			
94	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.279	10			
		1.59 C	0.00	0.00	1.13			
95	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.269	10			
		1.53 C	0.00	0.00	1.12			
96	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.264	10			
		1.49 C	0.00	0.00	1.20			
97	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.266	10			
		1.48 C	0.00	0.00	1.13			
98	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.241	8			
		1.35 C	0.00	0.00	1.10			
99	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.337	9			
		1.88 C	0.01	0.00	1.18			
100	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					

		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.505	9
		2.35 C	0.02	-0.02	0.88
101	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.419	9
		2.26 C	0.02	0.01	0.00
102	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.633	9
		3.43 C	0.00	0.01	0.00
103	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.589	9
		3.41 C	0.00	0.00	0.00
104	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.592	9
		3.38 C	0.00	0.01	0.00
105	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.589	9
		3.39 C	0.00	0.00	0.00
106	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.072	10
		0.50 C	0.01	0.00	0.00
107	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.020	10
		0.03 C	0.00	0.00	0.00
108	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.023	10
		0.00 T	0.00	0.00	0.18
109	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.012	10
		0.01 T	0.00	0.00	0.00
110	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.110	9
		0.35 C	0.09	0.00	0.00
111	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.042	9
		0.06 T	-0.03	0.00	0.51
112	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.073	9
		0.36 C	0.03	0.00	0.72
113	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.289	9
		1.58 C	-0.03	0.00	0.00
114	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.060	9
		0.76 T	0.01	0.00	0.61
115	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.320	9
		1.78 C	-0.02	0.00	0.00
116	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.036	9
		0.50 T	0.01	0.00	0.61
117	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.112	9
		1.10 C	-0.02	0.00	0.58
118	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.020	8
		0.16 T	0.00	0.00	0.00
119	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.059	9
		0.50 C	-0.01	0.00	0.46
120	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.033	9
		0.03 C	-0.01	0.00	0.00
121	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.022	14
		0.01 T	0.01	0.00	1.45
122	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.082	9
		0.30 C	-0.01	0.01	0.00
123	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.041	9
		0.73 T	0.01	0.00	1.38
124	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.121	9

		0.57 C	-0.02	0.01	0.00	
125 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.051		10
		0.47 C	0.00	0.00	1.38	
126 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.097		9
		0.63 C	-0.02	0.00	0.00	
127 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.062		9
		0.98 T	0.02	0.00	0.00	
128 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.169		9
		0.64 C	-0.02	0.01	0.00	
129 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.387		8
		0.16 T	0.02	0.05	1.53	
130 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.722		8
		0.19 C	-0.01	0.10	0.00	
131 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.418		8
		0.53 T	0.02	-0.08	0.00	
132 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.487		8
		0.26 T	-0.01	0.07	0.43	
133 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.401		9
		1.33 C	0.00	-0.04	0.00	
134 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.098		8
		0.18 C	0.00	0.01	0.00	
135 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.062		8
		0.10 C	0.00	0.01	0.00	
136 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.051		9
		0.02 T	0.00	0.01	0.63	
137 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.049		10
		0.47 C	-0.01	0.00	1.44	
138 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.038		9
		0.02 T	0.00	0.01	0.63	
139 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.112		10
		1.14 C	-0.01	0.00	1.51	
140 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.047		10
		0.48 T	0.00	0.00	0.00	
141 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.223		10
		1.26 C	-0.01	0.00	1.07	
142 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.051		10
		0.38 C	0.00	0.00	0.00	
143 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.025		10
		0.10 T	0.00	0.00	0.48	
144 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.061		10
		0.47 C	-0.02	0.00	0.96	
145 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.078		9
		0.91 T	0.01	0.01	1.64	
146 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056		9
		1.22 T	0.00	0.00	0.00	
147 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063		9
		0.02 T	0.02	0.01	0.00	
148 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.313		9
		1.73 C	0.02	0.00	0.00	

149	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.480	9		
		2.82 C	0.01	0.00	0.09		
150	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.573	9		
		3.38 C	0.01	0.00	0.00		
151	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.579	9		
		3.37 C	0.00	0.00	1.13		
152	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.496	9		
		2.81 C	0.01	0.00	1.12		
153	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.389	9		
		2.15 C	0.02	-0.01	1.20		
154	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.762	8		
		1.33 C	-0.02	0.09	0.90		
155	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.312	8		
		0.35 C	-0.03	0.04	0.00		
156	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.448	10		
		1.51 C	0.03	-0.04	0.00		
157	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.297	10		
		1.56 C	0.00	0.01	0.00		
158	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.111	10		
		1.15 C	0.01	0.00	1.12		
159	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.057	10		
		0.13 C	0.02	0.00	1.20		
160	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.045	10		
		0.79 T	0.00	0.00	1.20		
161	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.064	10		
		0.52 T	-0.05	0.00	0.99		
162	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.054	9		
		0.05 C	-0.02	0.01	1.61		
163	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.150	9		
		0.94 C	-0.06	0.00	0.50		
164	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.607	9		
		3.13 C	-0.08	0.01	0.00		
165	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.367	8		
		2.08 C	-0.02	0.00	0.00		
166	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.296	10		
		1.67 C	0.00	0.00	1.13		
167	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.288	10		
		1.62 C	0.00	0.00	1.12		
168	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.283	10		
		1.59 C	0.00	0.00	1.20		
169	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.285	10		
		1.59 C	0.00	0.00	1.13		
170	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.250	8		
		1.38 C	0.00	0.00	1.10		
171	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.359	9		
		1.92 C	0.04	0.00	0.00		
172	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.528	9		
		2.43 C	-0.03	-0.03	0.88		
173	LD	L20203	(AISC SECTIONS)				

		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.435	9
		2.32 C	-0.03	0.01	0.00
174 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.656	9
		3.54 C	-0.01	0.01	0.00
175 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.613	9
		3.54 C	0.00	0.00	0.00
176 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.617	9
		3.52 C	0.00	0.01	0.00
177 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.613	9
		3.54 C	0.00	0.00	0.00
178 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.107	10
		0.54 C	-0.04	0.00	0.00
179 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.029	10
		0.03 C	-0.01	0.00	0.00
180 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.027	10
		0.00 T	0.00	0.00	0.18
181 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.040	9
		0.00 T	0.00	0.01	0.00
182 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.117	9
		0.88 C	0.04	0.00	0.00
183 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.051	9
		0.13 T	0.00	0.01	0.00
184 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.067	9
		0.47 C	0.00	0.00	0.72
185 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.332	9
		1.78 C	0.04	0.00	0.95
186 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.075	9
		0.87 T	-0.01	0.01	0.61
187 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.381	9
		2.05 C	0.05	0.00	1.45
188 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056	9
		0.59 T	-0.02	0.00	0.61
189 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.255	9
		1.31 C	0.05	0.00	0.00
190 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.020	19
		0.25 T	-0.01	0.00	0.61
191 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.085	9
		0.65 C	0.03	0.00	0.35
192 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.030	9
		0.01 T	0.01	0.00	0.00
193 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.022	14
		0.02 C	0.01	0.00	1.45
194 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.085	9
		0.29 C	0.02	0.01	0.00
195 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.044	9
		0.70 T	-0.02	0.00	1.38
196 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.132	9
		0.58 C	0.03	0.01	0.00
197 LD	L20203		(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.059	9

		0.86 T	-0.03	0.00	1.38	
198 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.115		9
		0.67 C	0.03	0.00	0.00	
199 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.077		9
		1.03 T	-0.04	0.00	0.00	
200 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.200		9
		0.69 C	0.04	0.02	0.00	
201 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.413		8
		0.18 T	-0.03	0.05	1.53	
202 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.762		8
		0.21 C	0.02	0.10	0.00	
203 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.443		8
		0.53 T	-0.03	-0.09	0.00	
204 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.528		8
		0.26 T	0.03	0.07	0.43	
205 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.431		9
		1.38 C	0.01	-0.05	0.00	
206 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.105		8
		0.20 C	0.01	0.01	0.00	
207 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.065		8
		0.10 C	-0.01	0.01	0.00	
208 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.052		9
		0.03 T	0.00	0.01	0.63	
209 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.065		10
		0.50 C	0.02	0.00	1.44	
210 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.040		9
		0.03 T	0.00	0.01	0.63	
211 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.231		10
		1.23 C	0.03	0.00	1.51	
212 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056		10
		0.51 T	-0.01	0.00	0.00	
213 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.247		10
		1.35 C	0.02	0.00	1.07	
214 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.060		10
		0.41 C	0.03	0.00	0.68	
215 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.028		10
		0.11 T	0.00	0.00	0.48	
216 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.091		10
		0.51 C	0.05	0.00	0.96	
217 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.129		9
		0.41 T	0.14	0.00	0.00	
218 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.051		9
		0.59 T	0.03	0.00	1.12	
219 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.080		9
		0.05 C	-0.06	0.00	0.00	
220 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.139		9
		0.95 C	-0.06	0.00	0.00	
221 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.282		9
		1.50 C	-0.05	0.00	0.00	

222	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.310	9			
		1.76 C	-0.02	0.00	0.00			
223	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.309	9			
		1.73 C	-0.01	0.00	1.13			
224	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.269	9			
		1.43 C	-0.02	0.00	1.12			
225	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.140	9			
		1.07 C	-0.05	0.00	1.20			
226	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.323	9			
		0.65 C	-0.01	0.04	0.90			
227	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.164	9			
		0.01 T	0.06	0.02	0.00			
228	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.241	10			
		0.72 C	-0.10	-0.02	0.00			
229	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.094	10			
		0.78 C	0.00	0.00	0.00			
230	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.087	10			
		0.60 C	-0.04	0.00	1.12			
231	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.063	10			
		0.08 C	-0.04	0.00	1.20			
232	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.042	10			
		0.42 T	0.02	0.00	1.20			
233	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.122	10			
		0.26 T	0.13	0.00	0.99			
234	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.066	9			
		0.01 C	0.05	0.00	1.61			
235	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.189	9			
		0.43 C	0.17	0.00	0.50			
236	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.438	9			
		1.55 C	0.22	0.00	0.00			
237	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.171	9			
		0.66 C	0.12	0.00	0.00			
238	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.089	9			
		0.12 C	-0.09	0.00	1.13			
239	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.082	10			
		0.74 C	0.01	0.00	1.12			
240	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.081	10			
		0.74 C	0.01	0.00	1.20			
241	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.085	10			
		0.78 C	0.00	0.00	1.13			
242	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.137	9			
		0.59 C	-0.10	0.00	0.00			
243	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.194	9			
		1.00 C	-0.13	0.00	0.00			
244	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.308	9			
		1.28 C	-0.07	0.01	0.00			
245	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.231	9			
		1.23 C	0.04	0.00	1.15			
246	LD	L20203	(AISC SECTIONS)					

		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.344	9
		1.82 C	0.01	0.01	0.00
247	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.323	9
		1.78 C	0.02	0.00	0.00
248	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.321	9
		1.76 C	0.01	0.00	0.00
249	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1A-C	0.317	9
		1.79 C	0.01	0.00	0.00
250	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.172	10
		0.27 C	0.16	0.00	0.00
251	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.052	10
		0.01 C	0.05	0.00	0.00
252	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.015	10
		0.00 T	-0.01	0.00	0.18
253	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.011	10
		0.01 T	0.00	0.00	0.00
254	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.158	9
		0.42 C	-0.15	0.00	0.00
255	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.042	9
		0.07 T	-0.04	0.00	0.51
256	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.082	9
		0.25 C	-0.07	0.00	0.00
257	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.190	9
		0.94 C	-0.13	0.00	0.95
258	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.072	9
		0.46 T	0.04	0.00	0.61
259	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.227	9
		1.06 C	-0.16	0.00	1.45
260	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.072	9
		0.30 T	0.06	0.00	0.61
261	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.175	9
		0.66 C	-0.14	0.00	0.00
262	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.041	9
		0.15 T	0.04	0.00	0.61
263	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.108	9
		0.31 C	-0.10	0.00	0.00
264	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.024	9
		0.01 T	-0.02	0.00	0.00
265	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.042	9
		0.03 T	-0.05	0.00	0.00
266	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.068	9
		0.14 C	-0.04	0.00	0.00
267	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.053	9
		0.38 T	0.04	0.00	1.38
268	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.111	9
		0.30 C	-0.06	0.00	0.00
269	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.079	9
		0.46 T	0.07	0.00	1.38
270	LD	L20203	(AISC SECTIONS)		
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.119	9

		0.35 C	-0.09	0.00	0.00	
271 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.106		9
		0.55 T	0.09	0.00	0.00	
272 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.183		9
		0.37 C	-0.11	0.01	0.00	
273 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.285		9
		0.50 T	0.13	0.02	1.53	
274 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.419		9
		0.38 C	-0.09	0.04	0.00	
275 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.219		9
		0.00 C	0.06	-0.04	0.00	
276 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.311		9
		0.07 C	-0.13	0.03	0.43	
277 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.211		9
		0.66 C	-0.06	-0.02	0.00	
278 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.113		10
		0.23 C	-0.10	0.00	0.63	
279 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063		9
		0.04 T	-0.03	0.01	0.00	
280 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.061		10
		0.03 C	-0.05	0.00	0.63	
281 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.090		10
		0.24 C	-0.08	0.00	1.44	
282 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.038		10
		0.12 T	0.03	0.00	0.00	
283 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.143		10
		0.63 C	-0.10	0.00	0.00	
284 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.053		10
		0.27 T	0.03	0.00	0.00	
285 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.144		10
		0.72 C	-0.10	0.00	0.00	
286 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.083		10
		0.22 C	-0.07	0.00	0.68	
287 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-T	0.030		10
		0.06 T	-0.03	0.00	0.00	
288 LD	L20203	(AISC SECTIONS)				
		PASS	LRFD-H1-1B-C	0.142		10
		0.26 C	-0.14	0.00	0.96	

\*\*\*\*\* END OF TABULATED RESULT OF DESIGN \*\*\*\*\*

# Memorias de Cálculo

## PROGRAMA DE DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL ARQUIMET 2007

Proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Ingeniero: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

*Elementos calculados con el programa de diseño Arquimet 2007 de ACESCO*

### REPORTE DE CORREAS

Correas en Perfil PHR Cajón 100 x 50 x 15 (1.20 mm)  
con  $F_y = 28.12 \text{ Kg/mm}^2$  cada 1.20 m sin arriostramiento interior.

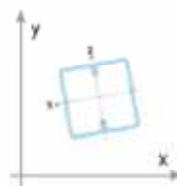
#### SECCION LONGITUDINAL



L1	4.58 m
A1	0.10 m
A2	0.10 m

CONFIGURACION	
TIPO DE CARGA	DISTRIBUIDA
Carga muerta	6.00 Kg/m <sup>2</sup>
Peso propio correa	4.05 Kg/m <sup>2</sup>
Carga viva	5.00 Kg/m <sup>2</sup>
Carga granizo	0.00 Kg/m <sup>2</sup>
Viento compresión (Perpendicular)	25.20 Kg/m <sup>2</sup>
Viento succión (Perpendicular)	13.70 Kg/m <sup>2</sup>
Pendiente sección transversal	10° = 17.6330%

#### SECCION TRANSVERSAL



$L = 1.20 \text{ m}$



## REPORTE DE DISEÑO

REPORTE FLEXION				
	Apoyos		Interiores	
Ejes locales	3	2	3	2
Resistente (Kgf.m)	411.8712	291.9789	411.8712	291.9789
Calculado (Kgf.m)	-4.0430E-05	6.9410	152.3720	3.4705

REPORTE CORTANTE		
Ejes locales	2	3
Resistente (Kgf)	2897.1538	2893.0920
Calculado (Kgf)	129.8847	8.8750

REPORTE DEFLEXION		
Deflexiones máximas	Instantanea	Permanente
Admisible (m)	0.0173	0.0000
Calculado (m)	0.0021	0.0062

COMBINACIONES DE CARGA					
No	Muerta	Viva	Granizo	Viento compresión	Viento succión
1	1.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.2000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000
3	1.2000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000
4	1.2000	1.4000	0.0000	0.0000	0.0000
5	1.2000	1.4000	0.0000	0.8000	0.0000
6	1.2000	0.0000	1.6000	0.0000	0.0000
7	1.2000	0.0000	1.6000	0.8000	0.0000
8	1.2000	0.5000	0.0000	1.3000	0.0000
9	1.2000	0.0000	0.5000	1.3000	0.0000
10	0.9000	0.0000	0.0000	1.3000	0.0000
11	1.2000	1.4000	0.0000	0.0000	-0.8000
12	1.2000	0.0000	1.6000	0.0000	-0.8000
13	1.2000	0.5000	0.0000	0.0000	-1.3000
14	1.2000	0.0000	0.5000	0.0000	-1.3000
15	0.9000	0.5000	0.0000	0.0000	-1.3000

### REACCIONES - EJES GLOBALES (Kgf-m)

<b>APOYO 1</b>		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-3.6132E-07	26.3250
Vva de Cub.	2.3522E-07	14.0400
Lluvia/Gran.	0.0000	0.0000
Vento Comp.	-12.3169	69.8525
Vento Succion	-38.1064	6.7192
Comb. 1	-8.9240E-07	36.8550
Comb. 2	-3.9185E-07	38.6100
Comb. 3	-3.2287E-07	31.5900
Comb. 4	-5.3779E-07	51.2460
Comb. 5	-9.8535	107.1280
Comb. 6	-3.2287E-07	31.5900
Comb. 7	-9.8535	87.4720
Comb. 8	-16.0119	129.4182
Comb. 9	-16.0119	122.3982
Comb. 10	-16.0119	114.5007
Comb. 11	5.3753	20.7609
Comb. 12	5.3753	1.1049
Comb. 13	8.7349	-10.9283
Comb. 14	8.7349	-17.9483
Comb. 15	8.7349	-18.8258

<b>APOYO 2</b>		
Combinacion	Rx	Ry
Muerta	-3.6132E-07	26.3250
Vva de Cub.	2.3522E-07	14.0400
Lluvia/Gran.	0.0000	0.0000
Vento Comp.	-12.3169	69.8525
Vento Succion	-38.1064	6.7192
Comb. 1	-8.9240E-07	36.8550
Comb. 2	-3.9185E-07	38.6100
Comb. 3	-3.2287E-07	31.5900
Comb. 4	-5.3779E-07	51.2460
Comb. 5	-9.8535	107.1280
Comb. 6	-3.2287E-07	31.5900
Comb. 7	-9.8535	87.4720
Comb. 8	-16.0119	129.4182
Comb. 9	-16.0119	122.3982
Comb. 10	-16.0119	114.5007
Comb. 11	5.3753	20.7609
Comb. 12	5.3753	1.1049
Comb. 13	8.7349	-10.9283
Comb. 14	8.7349	-17.9483
Comb. 15	8.7349	-18.8258

## ANEXO I. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En el presente proyecto se hará el diseño eléctrico en la edificación, comprendido desde la conexión a la red pública, diseño de la acometida principal, cubrimiento total de las necesidades eléctricas tanto de alumbrado como de tomacorrientes en el área construida, presentación de los cuadros de carga, diseño del tablero general.

Todos los resultados del diseño se especifican de manera clara y detallada, en diseño y en funcionamiento, tanto con el soporte teórico de las memorias, como de cada uno de los planos.

Las Redes de Media Tensión se encuentran a una distancia aproximada de 150m al costado izquierdo de la construcción.

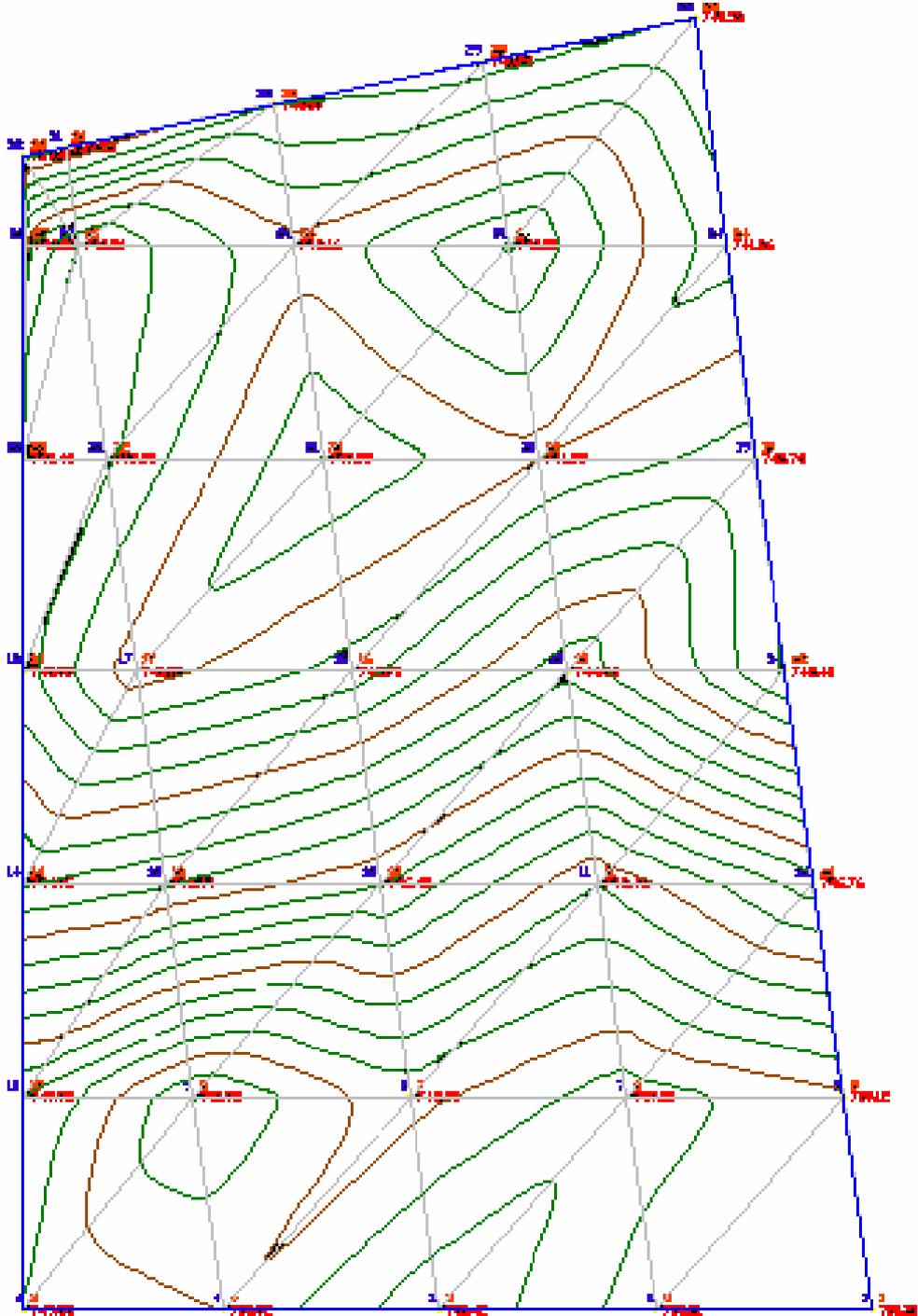
### CALCULO DEL CONTADOR

Según la carga instalada y el voltaje de 3 208 para un sistema trifásico, se obtiene una corriente total de 67.13 amperios; según las tablas la corriente permite una medición directa y se empleará un contador TRIFÁSICO 120 / 208 V; 3 x 120/208 50 – 100<sup>a</sup>

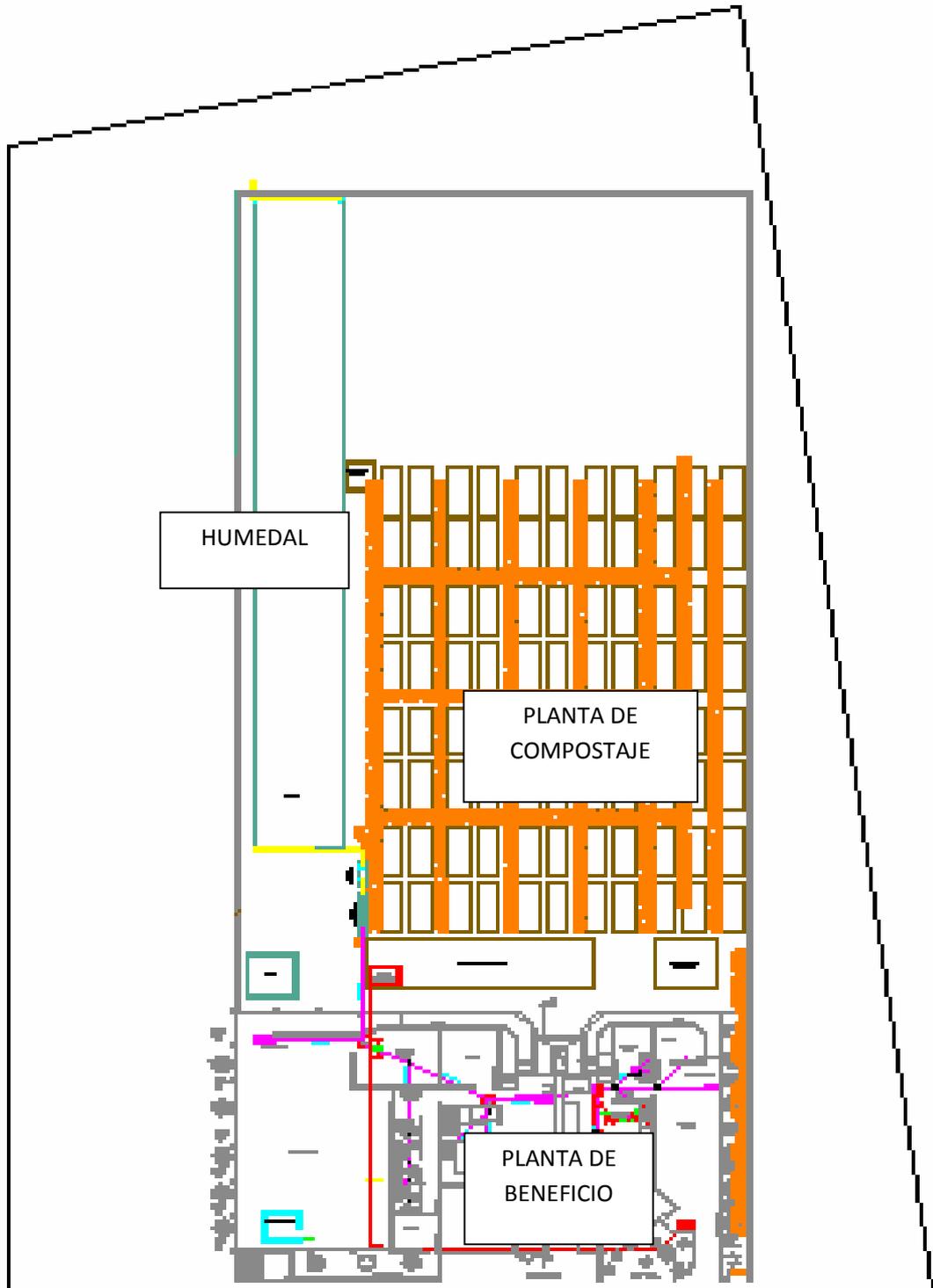
Tabla 43. Cuadro de cargas

Tablero 1a			Tablero centro de faenado Córdoba (N)							
2 fases		N		T		8 circuitos				
Circuito	Tomas		Alumbrado		Potencia	Voltaje	Corriente	Calibre	Diámetro	Protec.
#	1f	2f	Incand.	Fluores.	W (w)	V (v )	I (A)	Nº	f (pulg.)	
1	6				900	120	7,5	12	1/2	1 x 10
2		1			3500	120	29,17	10	1/2	1 x 40
3		1			3500	120	29,17	10	1/2	1 x 40
4		1			3500	120	29,17	10	1/2	1 x 40
5	5				750	120	6,25	12	1/2	1 x 10
6			8		800	120	6,67	12	1/2	2 x 10
7			1	4	412	120	3,43	12	1/2	3 x 10
8			6		600	120	5,00	12	1/2	4 x 10
9										
10										
	11	3	15	4	13962	208	67,13	8	1	2 x 50

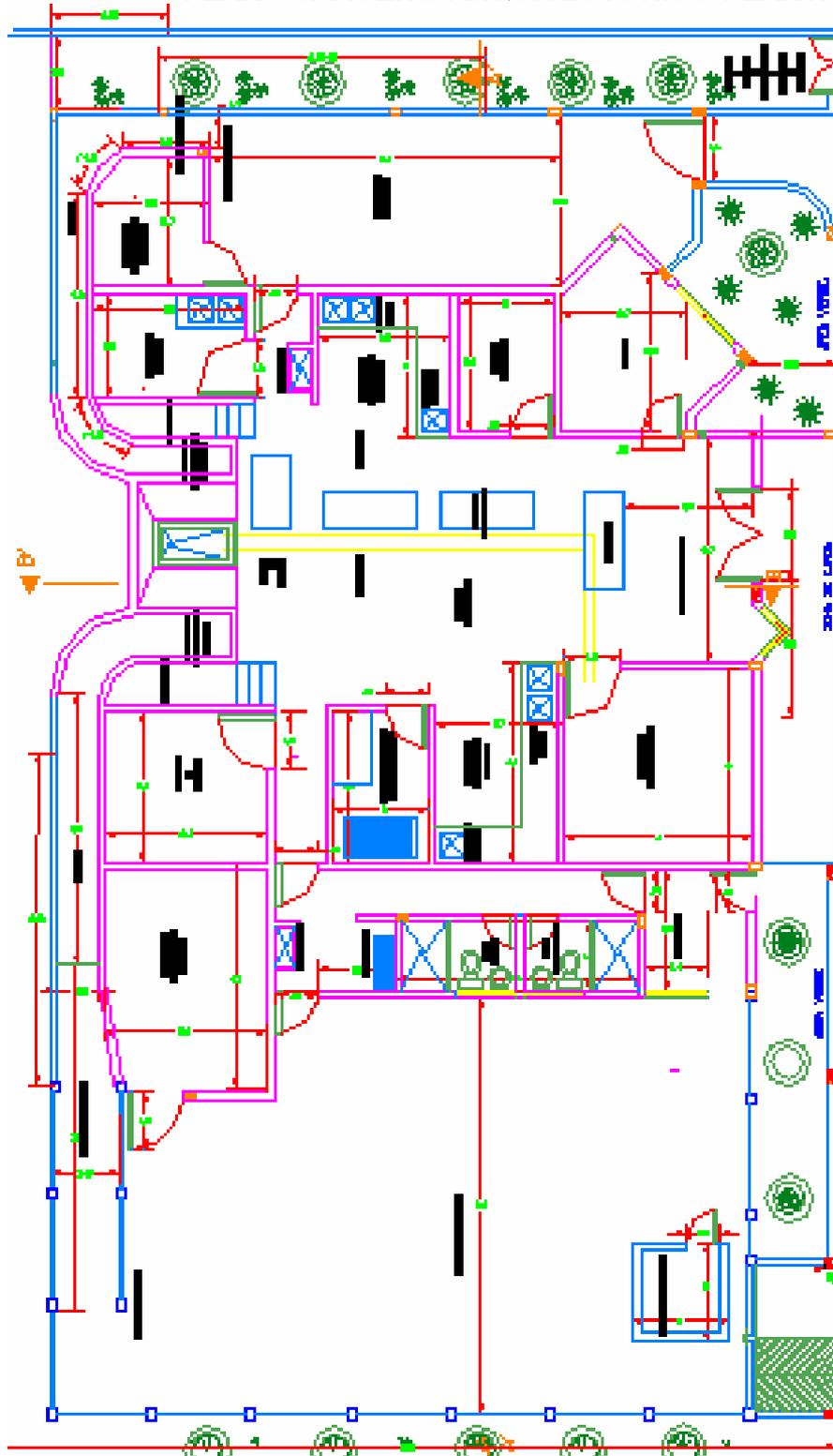
PLANO 1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



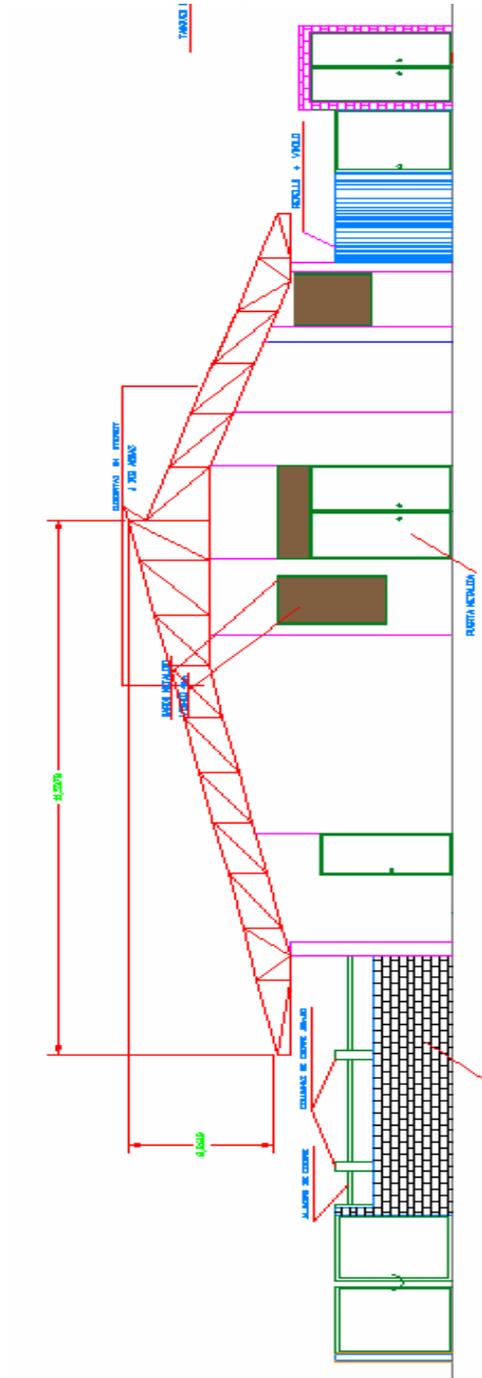
## PLANO 2. DISEÑO PLANTA GENERAL



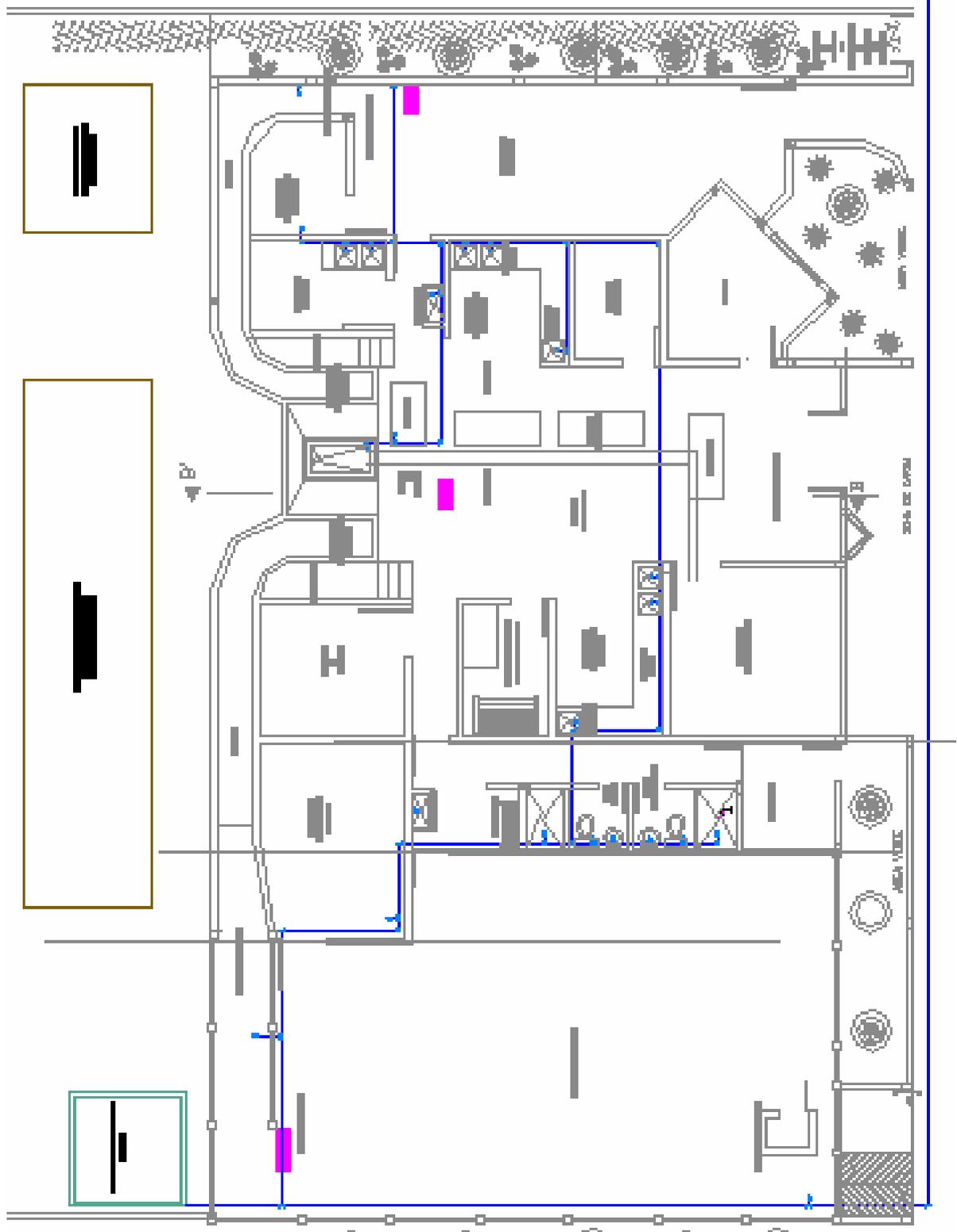
### PLANO 3. DISEÑO ARQUITECTÓNICO PLANTA



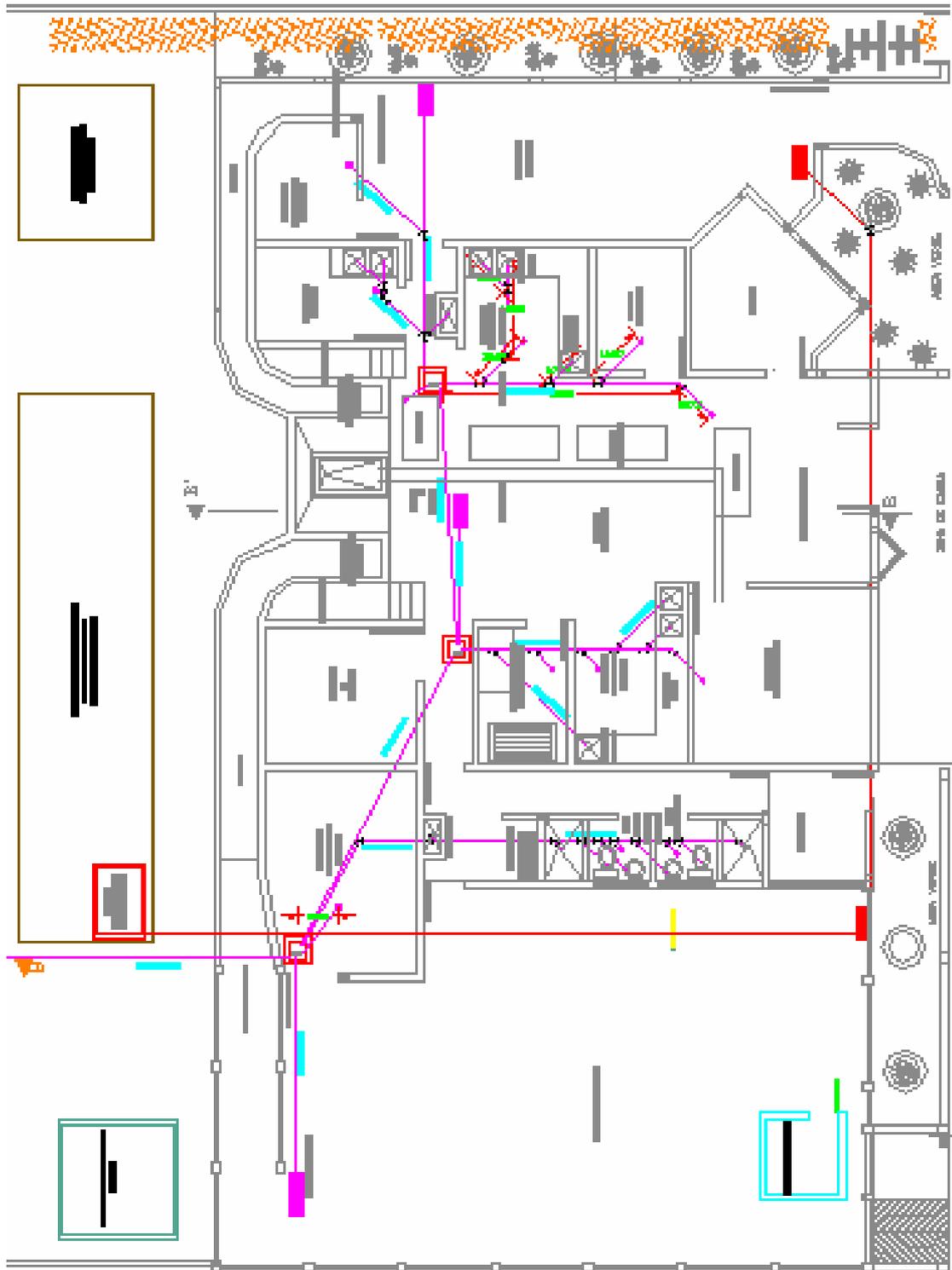
## PLANO 4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO FACHADA



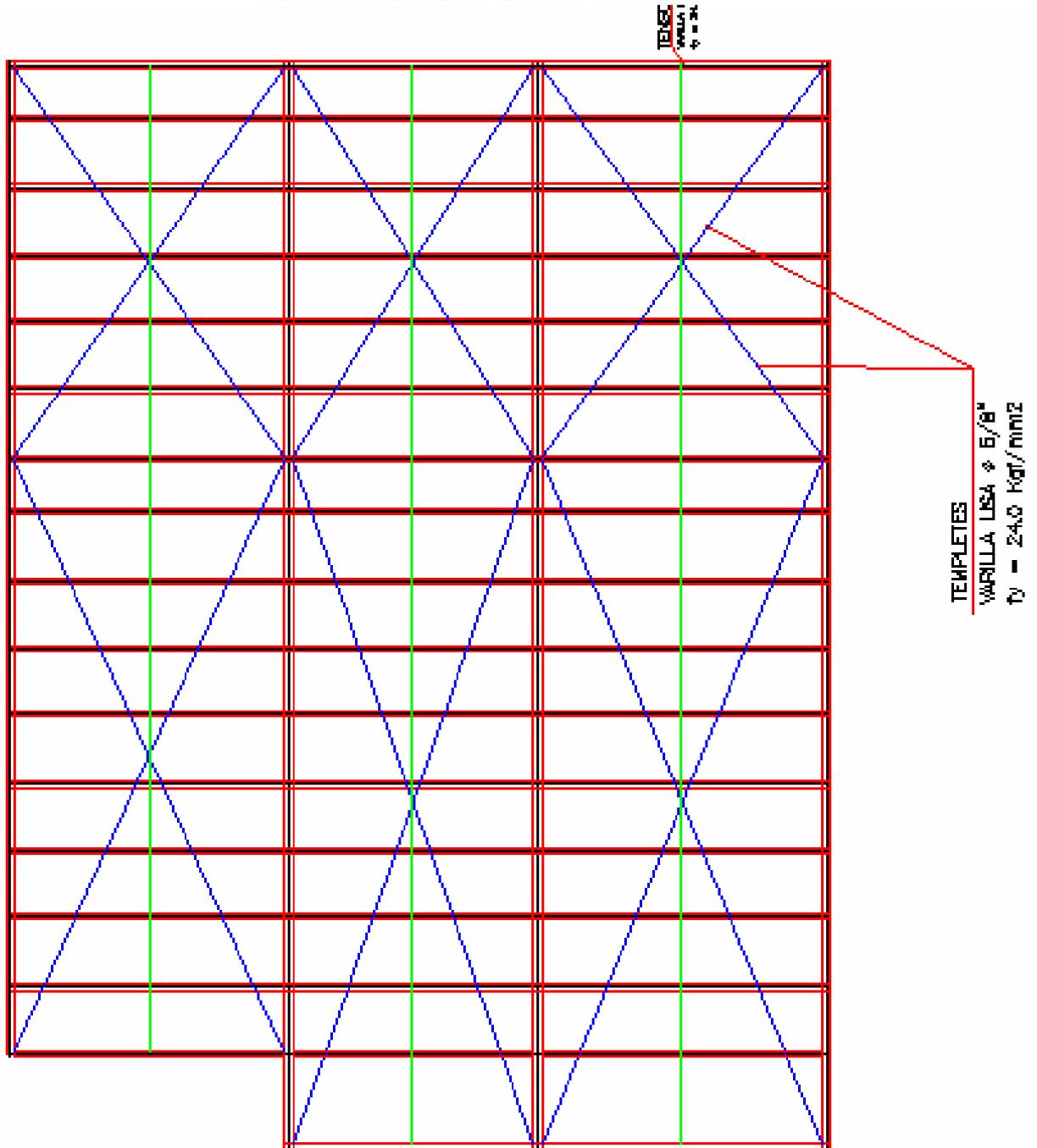
## PLANO 5. DISEÑO INSTALACIONES HIDRÁULICAS



## PLANO 6. DISEÑO INSTALACIONES SANITARIAS

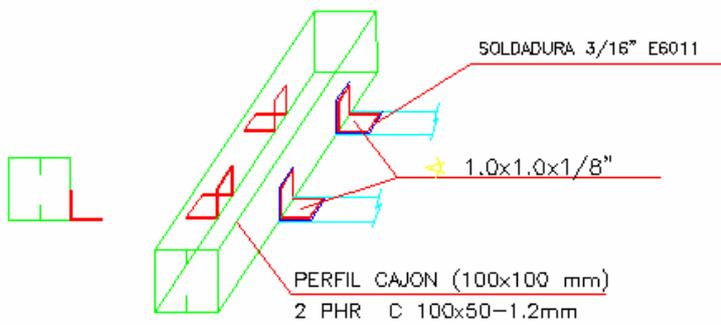
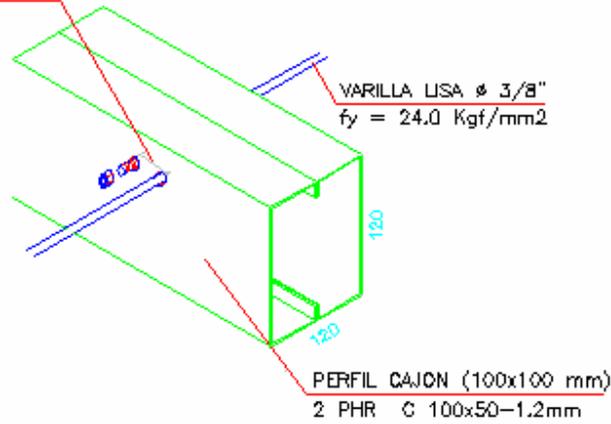


# PLANO 7. DISEÑO ESTRUCTURAL

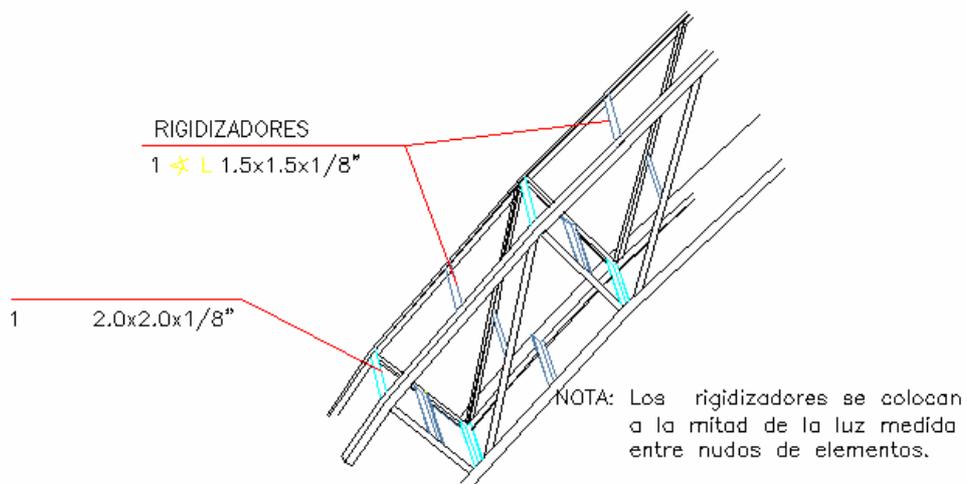


## PLANO 8. DETALLES ESTRUCTURA METALICA

DISTANCIA MINIMA = 5cm.

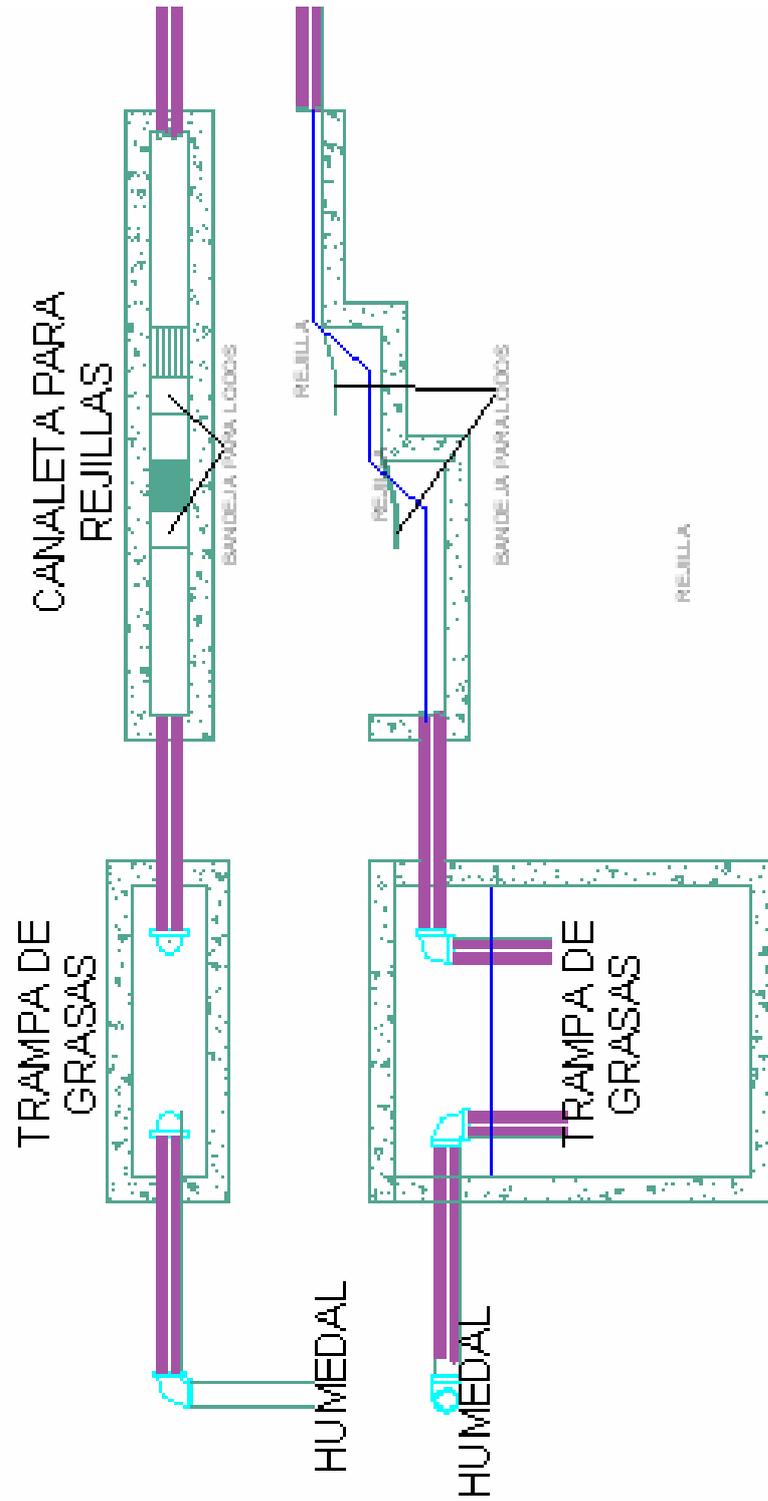


### DETALLE CONEXION DE CORREAS

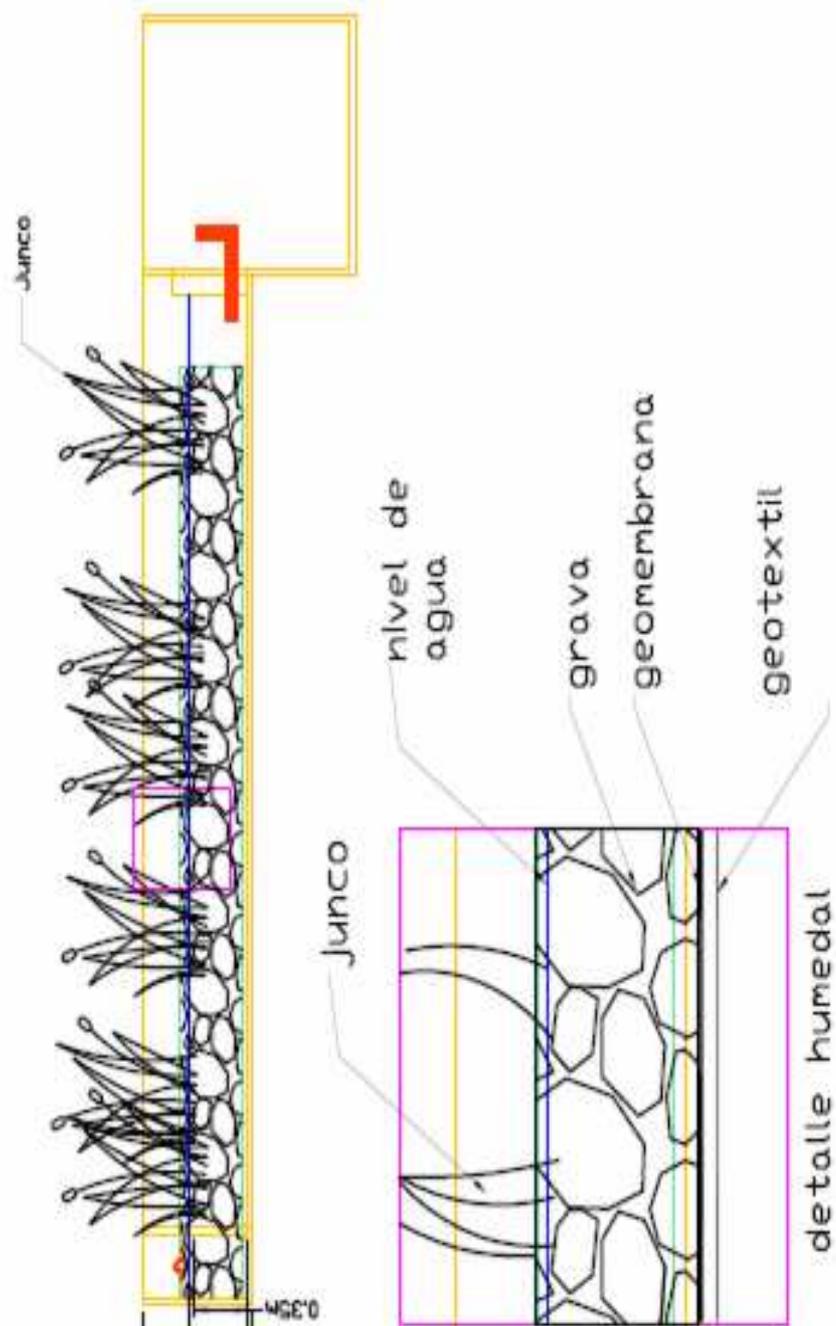


### ISOMETRICA DE CERCHA PRINCIPAL

## PLANO 9. DISEÑO PRETRATAMIENTO AGUA RESIDUAL



## PLANO 10. DISEÑO HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL



### PLANO 11. DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE

