

MAQUINA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL

PEDRO PABLO DUARTE VEGA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2012

MAQUINA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL

PEDRO PABLO DUARTE VEGA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIA

Mamá, que la obtención de mis metas sea la demostración de su grandeza, sabiduría y gran don de generosidad, gracias por su infinita paciencia y comprensión, además de su apoyo incondicional en esta importante etapa de mi vida, su gran ejemplo ha sido fundamental en mi existir.

Que mis logros repongan en algo, lo mucho que me ha dado y sobre todo que sea motivo de satisfacción, ya que le hemos causado muchas dificultades.

Gracias por nunca dejar de creer en nosotros sus hijos.

Papá, muchas gracias por su apoyo y por mostrarme con hechos como se debe defender el ser humano en la vida, con mucha responsabilidad, voluntad y ganas a la hora de trabajar.

Mi prima Diana Carolina el eterno amor de mi vida, mi princesa, ella es la demostración más hermosa de que Dios existe, además gracias a ella todos los días de mi vida tendré una gran sonrisa con solo recordarla.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a:

Dios, energía universal creadora que nos da sabiduría y la fortaleza que necesitamos para cumplir con nuestras metas. Gracias a Él he madurado continuamente como persona y como profesional.

Ing. Jabid Quiroga, muchas gracias por toda su ayuda, consejos e infinita paciencia. Trabajadores del área de mantenimiento y amigos involucrados en el desarrollo de este trabajo.

Mis abuelos Pablo Emilio y Adela muchas gracias por enseñarnos a ser excelentes seres humanos y muy útiles para la sociedad, además de regalarnos a diario toda su sabiduría y amor. Y mi familia, que con sus oportunos consejos y su existencia han hecho mi vida muy feliz.

Ricardo Andrés, infinitos agradecimientos en todos los aspectos de mi vida, descansa en paz y disfruta mucho de la compañía de nuestro Creador, a su nombre estos conocimientos.

Mi tío Jorge Antonio, los hechos de vida valen más que las palabras, gracias por enseñarme que en la vida se hacen bien las cosas o no se hacen.

Mi novia Lady Gómez Pedroza, por su constante ayuda, comprensión y compañía en los momentos más difíciles de mi vida y mi carrera, muchas gracias por su gran amor y paciencia.

Diseñador Industrial Israel Garnica, por su gran colaboración profesional y excelentes consejos en este proyecto.

PEDRO PABLO DUARTE VEGA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. LA CARNE	23
2.1 DEFINICIÓN	23
2.2 ORIGEN	25
2.3 CARNE DE GANADO BOVINO	27
2.3.1 Estructura interna de la carne.	27
2.3.2 Clases de tejido muscular legalmente comestible.	29
2.4 MANEJO ANTE - MORTEM DEL GANADO BOVINO	35
2.4.1 Efectos químicos y morfológicos del estrés sobre la calidad de la carne.	35
2.4.2 Métodos de insensibilización y matanza.	36
2.5 MODIFICACIONES POST-MORTEM EN EL MUSCULO	37
2.5.1 Pre rigor.	37
2.5.2 Rigor Mortis.	38
2.5.3 Capacidad de retención de agua de la carne.	39
2.6 CONSERVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA CARNE	41
2.6.1 Refrigeración.	41
2.6.2 Congelación.	41

2.7 RAZAS QUE COMPONEN EL GANADO BOVINO MÁS CONSUMIDAS EN COLOMBIA	42
2.7.1 Cadena de producción de ganado bovino.	43
2.8 CORTES PRINCIPALES DE MUSCULO ESQUELETICO	46
2.8.1 Cortes Delanteros.	48
2.8.2 Cortes Traseros.	48
2.8.3 Cortes Finos.	48
2.8.4 Cortes para Moler.	49
3. METODOS DE ABLANDAMIENTO DE CARNE	50
3.1 CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DEL MEJOR MÉTODO DE ABLANDAMIENTO	50
3.1.1 Ablandamiento con químicos.	51
3.1.2 Ablandamientos Mecánicos.	54
4. DISEÑO DE LA MAQUINA PROPUESTA	60
4.1 REQUERIMIENTOS	60
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL	61
4.2.1 Clases de materiales de construcción de las piezas de la maquina.	62
4.2.2 Tolva.	62
4.2.3 Soportes.	63
4.2.4 Unidad de ablandamiento.	64
4.2.5 Transmisión de Potencia.	65
4.2.6 Estructura soporte de toda la maquina.	66
4.2.7 Protector del motor.	67
4.3 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA	67
4.3.1 Requerimientos del cliente.	68

4.3.2 Volumen de cada porción de carne.	68
4.3.3 Modos de alimentación.	69
4.3.4 Velocidad de ablandamiento.	70
5. CALCULOS DE INGENIERIA	75
5.1 POTENCIA DEL MOTOR	75
5.1.1 RESISTENCIA AL CORTE DE LA CARNE SEGÚN LA CLASIFICACIÓN WARNER BRATZLER.	76
5.2 DIENTES ABLANDADORES	79
5.3 ENGRANAJES	82
5.3.1 Coronas. Hechas en bronce, recomendado según libro de Mott.	82
5.3.2 Piñón.	84
5.4 ANALISIS CAE	85
5.4.1 Análisis rueda ablandadora.	85
5.4.2 Análisis eje principal.	87
5.5 SELECCIÓN	90
5.5.1 Reductor y Motor.	90
6. CONSTRUCCIÓN	93
6.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	94
6.1.1 Elementos Fundidos	94
6.1.2 Ejes	95
6.1.3 Base	95
6.1.4 Unidad ablandadora	96
6.1.5 Canastilla.	97
6.1.6 Sistema de control	98

7. PRUEBAS	99
7.1 EFICIENCIA DEL ABLANDAMIENTO	101
8. PRESUPUESTO	105
9. CONCLUSIONES	106
10. RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFIA	108
ANEXOS	109

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución total del peso del ganado bovino	27
Figura 2. Porción de musculo esquelético supra espinoso y tejido conectivo	28
Figura 3. Estructura interna musculo esquelético	29
Figura 4. Estructura interna de una Célula Muscular Esquelética	30
Figura 5. Miofibrilla y Sarcómero del musculo esquelético	31
Figura 6. Actina y Miosina	32
Figura 7. Desplazamiento de la Actina con respecto a la Miosina	33
Figura 8. Diagrama de flujo sección de pre beneficio	44
Figura 9. Diagrama de flujo sección de beneficio	45
Figura 10. Cortes de carne en una canal	46
Figura 11. Ablandamiento de carne por adición de químicos	51
Figura 12. Cuartos de maduración de carne	52
Figura 13. Martillo ablandador de carne	55
Figura 14. Ablandadora manual de carne por medio de cuchillas	56
Figura 15. Ablandadora industrial de carne por medio de cuchillas	57
Figura 16. Ablandadora de carne semi automática tipo rodillo de cuchilla anular con manivela manual	58
Figura 17. Prototipo de maquina ablandadora de carne portátil	58
Figura 18. Tolva para introducción de la carne	63
Figura 19. Soportes de los ejes	63
Figura 20. Unidad de ablandamiento	64
Figura 21. Eje ablandador	64
Figura 22. Canastilla guía	65
Figura 23. Sistema de transmisión de potencia	66
Figura 24. Estructura soporte	66
Figura 25. Protector	67

Figura 26. Distancia entre ejes	72
Figura 27. Pruebas de velocidad	74
Figura 28. Clasificación de los músculos según su terneza, basados en los valores de fuerza de corte Warner Bratzler	78
Figura 29. Distribución de la rueda ablandadora	80
Figura 30. Diente ablandador geometría y fuerzas	80
Figura 31. Numero de dientes en corte (Caso más crítico)	81
Figura 32. Corona	83
Figura 33. Piñón	84
Figura 34. Esfuerzo estático rueda ablandadora	86
Figura 35. Desplazamiento rueda ablandadora	86
Figura 36. Factor de seguridad rueda ablandadora	87
Figura 37. Diagrama general	88
Figura 38. Plano z-x	89
Figura 39. Plano y-x	89
Figura 40. Motor y reductor parte A	91
Figura 41. Motor y reductor parte B	92
Figura 42. Selección Motor Siemens	92
Figura 43. Fundición	94
Figura 44. Maquinado bases de los ejes	95
Figura 45. Eje	95
Figura 46. Soldadura de la base	96
Figura 47. Unidad ablandadora	97
Figura 48. Canastilla	97
Figura 49. Pulsador y Contactor	98
Figura 50. Ablandamiento de las probetas	99
Figura 51. Máquina para hacer tensión Tiníus Olsen	100
Figura 52. Sujeción de la probeta	100
Figura 53. Medidas de las probetas de carne para pruebas	101
Figura 54. Curva de Esfuerzos (Murillo sin pasar)	102

Figura 55. Curva de Esfuerzos (Murillo 1 pasada)	102
Figura 56. Falla por tensión de la probeta	103
Figura 57. Murillo con 2 pasadas	104

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Principales componentes químicos de la carne de ganado bovino	23
Tabla 2. Principales componentes químicos de los órganos de ganado bovino	24
Tabla 3. Abreviaturas y nombres comunes para la clasificación de músculos	47
Tabla 4. Clasificación Fundamental y sus derivaciones, de los ablandamientos de carne	50
Tabla 5. Clasificación de la dureza de la carne según Warner Bratzler y preparación	78
Tabla 6. Procesos de manufactura de cada elemento de la maquina	93
Tabla 7. Datos de las pruebas	101
Tabla 8. Costos de Construcción	105

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXOS A. MATERIALES	110
ANEXOS B. SELECCIÓN REDUCTOR	114
ANEXOS C. MANUAL DE SEGURIDAD, MANTENIMIENTO Y USO	117
ANEXOS D. PLANOS	125

RESUMEN

TÍTULO:

MAQUINA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL*.

AUTOR:

Pedro Pablo Duarte Vega**.

PALABRAS CLAVES:

Máquina ablandadora de carne, diseño, construcción.

DESCRIPCIÓN:

Con el propósito de brindar una solución a la pequeña y mediana industria cárnica, tomando en cuenta que la carne es uno de los productos alimenticios más importantes para el consumo de los colombianos y haciendo uso de los conocimientos adquiridos durante toda la carrera de Ingeniería Mecánica, se afianza la maquina ablandadora de carne, la cual genera un ahorro de tiempo y dinero, mejorando la terneza de la carne sin alterar su calidad y características principales, dándole un valor agregado.

El diseño de la maquina depende de varios factores, los cuales hacen que sea compacta, económica, de fácil utilización y mantenimiento. La disposición de sus piezas además de hacerla segura también es de fácil limpieza conservando los niveles de salubridad requeridos.

La maquina cuenta con dos rodillos paralelos entre sí, los cuales al girar solidariamente hacen que la carne pase por el medio de ellos y las cuchillas que estos rodillos tienen en su superficie generan múltiples cortes no invasivos en la carne (*no desangran la carne y tampoco su presentación se ve afectada*), haciendo que muchas de las fibras de la carne tengan ruptura generando un debilitamiento en la estructura total de la carne y así obteniendo mayor terneza.

En la construcción de la maquina se hace énfasis en la utilización de materiales que no reaccionen químicamente con los alimentos que están en contacto en este caso la carne, siendo seguros para la salud humana. Se utilizan los paquetes CAD (*SolidWorks®*) y CAE (*CosmosWorks®*), como apoyo de cálculos de ingeniería y simulación de esfuerzos en las piezas, obteniendo mayor confiabilidad.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Ing. Javid Quiroga Mendez.

ABSTRACT

TITLE:

MEAT TENDERIZER PORTABLE MACHINE*

AUTHOR:

Pedro Pablo Duarte Vega**.

KEY WORDS:

Meat tenderizer machine, design, construction.

DESCRIPTION:

In order to provide a solution to small and medium meat industry, taking into account that meat is one of the most important food products for consumption by the Colombian people and using the knowledge gained throughout the career of Mechanical Engineering, the meat tenderizer machine is strengthened, which will also save time and money, improving meat tenderness and quality without altering its main features, giving an added value.

The design of the machine depends on several factors, which make that it is compact, easy to use and maintain. The arrangement of parts, as well, makes it safe moreover for easy cleaning is also keeping the required safety levels.

The machine has two rollers parallel to each other, which jointly make turning meat to pass through the midst and that these roller blades on their surface noninvasive generate multiple cuts in the meat (*do not bleed the meat and its presentation is not affected*), causing many of the meat fibers break with generating a weakening in the overall structure and thus obtaining grater tenderness.

In the construction of the machine is an emphasis on using materials that do not chemically react with foods that are in contact, in this case the meat being safe for human health. Using CAD (*SolidWorks*®) and CAE (*SolidWorks*®) packages, in support of engineering calculations and simulation efforts on the parts, resulting in greater reliability.

* Thesis Work.

** Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Director Eng. Javid Quiroga Méndez.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el incremento del consumo de los productos cárnicos de cualquier tipo, se ha visto beneficiado debido al crecimiento de la población en Colombia y de la mano con el aumento en los ingresos, lo que ha generado mayor producción y tecnificación por parte de los proveedores.

Tradicionalmente en las familias Colombianas el consumo de carne de ganado bovino al igual que en muchos países, es el más popular y uno de los más económicos, aunque su comercialización se ha visto levemente afectada por la competencia de bajos precios de las carnes de ave y de cerdo.

Dicho aumento del consumo de carne de ganado bovino por parte de la población ha generado múltiples creaciones de establecimientos de comercialización de carnes (carnicerías y restaurantes), observando de esta forma, la necesidad de automatizar ciertos procesos con el fin de incrementar el consumo de este tipo de carne dándole un valor agregado y a su vez generando un aumento en el rendimiento de tiempo y ahorro de dinero que en ultimas es lo más importante.

La carne de ganado bovino es consumida debido a que es una fuente importante de nutrientes (proteínas, grasas y minerales) y también a sus excelentes propiedades organolépticas entre las cuales se encuentran aroma, sabor, jugosidad y presentación visual. El consumo de este alimento genera en el ser humano saciedad y aumenta su metabolismo, dando al cuerpo energía no solo para estar en forma, sino ante todo para tener una perfecta calidad de vida.

La carne presenta una propiedad organoléptica adicional que en la mayoría de los casos es causa de problemas al momento de su consumo, dicha propiedad es la dureza de sus fibras, o mejor conocida como terneza. Debido a esta propiedad que depende de muchos factores entre los cuales se encuentran (genero del animal, raza, edad, tipo de alimentación, ejercitación, etc.), el ser humano ha

creado diferentes maneras de manipular las carnes con alta dureza (tipos de ablandamiento) para su posterior consumo, siendo el proceso de molienda de la carne la manipulación más efectiva para las carne con la más alta dureza.

Si bien hay carnes con alta dureza que contienen grandes cantidades de tejido conectivo, las cuales son para molienda, también se encuentran carnes con alta dureza las cuales cuentan con una cantidad considerablemente mayor de fibra muscular comparada con la cantidad que poseen de tejido conectivo, las cuales se pueden ablandar a través de diversos procesos mencionados en este trabajo de grado.

Por medio de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica cursada en la Universidad Industrial de Santander, se quiere diseñar y construir una maquina que haga el proceso de ablandamiento de la carne con alta dureza (carne con mayor cantidad de fibra muscular), siendo esta una solución para la pequeña y mediana industria, dando como resultado una carne con sus respectivas propiedades primordiales intactas y con un excelente ablandamiento, obteniendo bajos costos, además de contar con un excelente rendimiento gracias al ahorro de tiempo en el proceso de ablandamiento.

La maquina ablandadora de carne, posee una gran seguridad en su manipulación, ayudando a disminuir el riesgo de accidentes. Bajo esta perspectiva se cuenta con las respectivas normas de seguridad industrial y de utilización de materiales adecuados para el contacto con alimentos.

La metodología de este trabajo de grado propuesta, inicialmente se dirige a mencionar los principales aspectos teóricos de la carne, desde la definición, composición, origen, partes que la constituyen, domesticación, alimentación y métodos de crianza del ganado bovino y bufalino, pasando por el procedimiento correcto de sacrificio hasta su respectiva comercialización, teniendo en cuenta principalmente orígenes, propiedades y razas. Seguidamente se expone los diferentes métodos y maquinas más conocidos para el ablandamiento de carne

que existen en el mercado actualmente, además se explica más adelante los cálculos geométricos como también los cálculos ingenieriles en el proceso de diseño, haciendo mención de las variables utilizadas en el desarrollo de la maquina. Se muestran los aspectos principales en la construcción, haciendo énfasis en el uso de materiales que se encuentran en el mercado y que cumplen satisfactoriamente las normas de higiene. Finalmente se realizan las respectivas pruebas con la máquina para conocer la calidad de ablandamiento y su respectiva eficiencia, dejando plasmados los resultados.

En los anexos se incluyen el manual de uso, mantenimiento y seguridad de la maquina, los catálogos de el motor eléctrico, el reductor y los engranajes, y por último los planos de construcción y montaje.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Cumplir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, participando activamente en el desarrollo científico, tecnológico y económico. A través de la formulación de proyectos para mediana y pequeña industria, profundizando en la investigación acerca de la industria cárnica, y dando solución al problema de la dureza en la carne.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar y construir una maquina ablandadora de carne portátil, en la cual el proceso de ablandamiento se efectuara usando rodillos los cuales rotan de manera solidaria para producir una ruptura leve del tejido, haciendo que la carne sea cocinada en un menor tiempo, mejorando la mordida y dándole un valor agregado a las carnes con alta dureza.

Acerca del producto:

- ❖ Carne bovina con alta dureza, cuya clasificación no haga parte de los tipos de carne destinados para molienda o cocción con un ancho máximo de 210 mm, espesor máximo de 20 mm.
- ❖ Estudiar los diferentes tipos de carne y sus clases de tejidos (liso, esquelético y cardiaco), en cuanto a su comportamiento con respecto al tiempo después del sacrificio y su respectiva manipulación.

- ❖ Estudiar el comportamiento químico y morfológico del tejido muscular teniendo en cuenta los factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), los cuales interactúan entre si y determinan los procesos metabólicos de los periodos pre y post mortem.

Acerca del equipo:

- ❖ Dos rodillos de acero inoxidable con recubrimiento de polímero, equipados con 43 ruedas dentadas (13 dientes cada una), con un diámetro de 35 mm aproximadamente y una longitud efectiva de 210 mm, su velocidad de rotación es de 92 rpm.
- ❖ Capacidad de 200 Kg/hora.
- ❖ Accionamiento eléctrico por medio de sistema eléctrico con sistema integrado en el motor de prevención de apagado por posibles altas temperaturas.
- ❖ Transmisión de potencia desde el motor eléctrico hacia los rodillos por medio de engranajes.
- ❖ El motorreductor cuenta con una reducción de velocidad de 10:1 y transmite una potencia de 0,75 HP, necesarias para el adecuado ablandamiento de la porción de carne.
- ❖ Cuenta con una boquilla de alimentación de una longitud de 5 cm de separación, adecuada para cumplir con los respectivos requerimientos de seguridad en el momento de la manipulación de la maquina, el área transversal de introducción de la porción de carne cuenta con un ancho de 22 cm y 25 mm para el espesor de la carne.
- ❖ Elaborar el catalogo y su respectivo programa de mantenimiento para el manejo apropiado del equipo teniendo en cuenta la seguridad en la operación.
- ❖ Evaluar el desempeño del equipo a través de pruebas realizadas a la carne por los métodos de tensión antes y después del proceso de ablandamiento.

2. LA CARNE¹

2.1 DEFINICIÓN

Es la parte muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto de los animales de las diferentes especies, incluyendo su cobertura de grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y que ha sido declarada inocua y apta para el consumo humano².

La carne se define desde el punto de vista de la nutrición como la cantidad de tejido muscular esquelético de los animales utilizados como alimento, dando al ser humano importantes nutrientes, como lo son minerales, vitaminas y grasas. Esta definición está restringida a unas pocas docenas de especies de mamíferos, dentro de un grupo de más o menos 3.000. En la Tabla 1 se presentan los principales componentes químicos de la carne de ganado bovino.

Tabla 1. Principales componentes químicos de la carne de ganado bovino

	GANADO BOVINO		TERNERA
	GRASO	MAGRO	
AGUA (%)	54	73	75,3
GRASA (%)	27	4,5	4
MINERALES (%)	1	1,1	0,9
PROTEINAS (%)	18	21,4	19,8

Fuente: www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/carne/. Unidad 2. Valor Nutritivo de la Carne

Con el transcurso del tiempo esta definición se ha ampliado constantemente, porque además del musculo esquelético, se han incluido otro tipo de tejidos,

¹ Lawrie's Meat Science, Séptima Edición, (Lawrie & Ledward, 2006, pág. 1)

² Tomado del Artículo 3. Decreto Nacional 1500 de 2007.

dentro de los cuales se encuentran los órganos como el hígado, los riñones, el cerebro y otros tejidos comestibles. En la Tabla 2 se muestran los principales componentes químicos de los órganos que no son músculo esquelético.

Tabla 2. Principales componentes químicos de los órganos de ganado bovino

	AGUA (%)	PROTEINAS (%)	GRASAS (%)	H. DE C (%)	MINERALES (%)	Kcal/100 g
CORAZON	75,7	16,8	6	0,6	1,1	133
CEREBRO	87,1	10,4	9,6	-	1,4	137
HIGADO	69,9	19,7	3,1	5,9	1,4	141
BAZO	76,7	18,5	2,9	1,4	-	109
RIÑONES	76,1	16,6	5,1	-	1,2	122
SANGRE	80,5	17,8	0,1	0,01	0,9	80

Fuente: www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/carne/. Unidad 2. Valor Nutritivo de la Carne

A su vez desde el punto de vista culinario la carne se define como una porción de tejido muscular de color rojo o rosado (la coloración se debe al pigmento rojo denominado mioglobina). No siendo esta una definición científica y por ende tiene varias restricciones y lineamientos.

Una variabilidad considerable en el consumo y cuidado de la calidad de la carne ha sido siempre evidente para el consumidor y se ha acentuado los últimos años, debido entre otras razones al desarrollo de productos envasados al vacío, previo a su exposición y venta. La idea de que la variabilidad de las propiedades de la carne pueda racionalmente, reflejar diferencias sistemáticas en la composición y estado del tejido muscular, el cual su aspecto post-mortem es reconocido.

La comprensión de la definición de carne deberá estar basada en una apreciación, el hecho de que los músculos son desarrollados y diferenciados por propósitos fisiológicos definidos, en respuesta a diversos estímulos intrínsecos y extrínsecos.

2.2 ORIGEN³

Los antepasados del ganado bovino, ovino y porcino no fueron diferenciados de los seres humanos antes de 60 millones de años atrás, cuando los primeros mamíferos aparecieron en la tierra. Por 2 o 3 millones de años atrás las especies de seres humanos de las que provenimos (*Homo Sapiens*) y los ancestros salvajes de especies domesticadas de ganado bovino, ovino y porcino fueron probablemente reconocibles.

Evidencia paleontológica sugiere que hubo una proporción importante de carne en la dieta de los *Homo sapiens*. Aparte para desgarrar la carne debieron ser necesarias las piedras afiladas, posteriormente herramientas mejoradas hechas de piedra. Herramientas de piedra fueron halladas junto con fósiles de homínidos en el este de África.

Antepasados simiescos cambiaron gradualmente hasta los seres humanos actuales, ya que ellos comenzaron la caza prevista o planeada de animales. Hay indicios arqueológicos de este tipo de caza que datan de al menos 500.000 años antes de Cristo. El ciervo rojo (*Cervus Elaphus*) y el bisonte (referido como Búfalo en América del Norte), fueron de gran importancia como proveedores de cuero, tendones y huesos, así como de carne, a los cazadores y recolectores en las zonas que ahora se conocen como Europa y América del Norte, respectivamente.

Es posible que los renos hayan sido arreados por perros en la mitad de la última era de hielo (alrededor de 18.000 años antes de Cristo), pero no es hasta que los cambios climáticos derivados del final de este período (es decir, de 10.000 a 12.000 años antes de Cristo) que las condiciones favorecieron la domesticación por parte del hombre. Es a partir de esta época que hay pruebas definitivas de esto, como lo demuestran las pinturas rupestres de Lascaux.

³ Lawrie's Meat Science, Séptima Edición, (Lawrie & Ledward, 2006, págs. 1,2,5)

Las fases de la domesticación de animales por el ser humano involucraron los primeros contactos perdidos, con la libre crianza de animales. Esta fase fue seguida por el encierro de animales, con la crianza en cautiverio. Finalmente vino la crianza selecta organizada por el ser humano, el desarrollo planificado de razas que tienen ciertas propiedades deseadas y el exterminio de ancestros salvajes.

La domesticación estaba vinculada estrechamente con el desarrollo de la agricultura y, aunque las ovejas fueron de hecho domesticadas alrededor 7000 años antes de Cristo, el control de ganado bovino y porcino no llegó hasta que hubo una agricultura sedentaria, es decir, alrededor de 5000 años antes de Cristo.

La domesticación alteró muchas de las características físicas de los animales, en consecuencia el tamaño de los animales domesticados es generalmente más pequeño que sus ancestros salvajes.

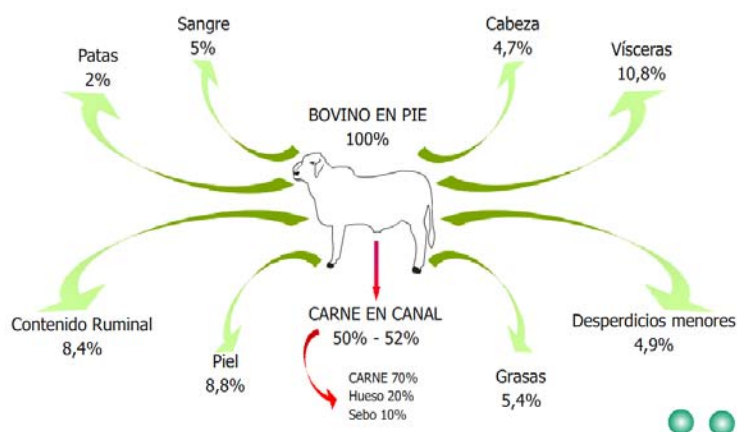
Su coloración cambia y hay una tendencia para la parte facial del cráneo a ser acortada respecto a la porción craneal y los huesos de las extremidades tienden a ser más cortos y más gruesos.

Estas últimas características son un reflejo de un plano de nutrición mayor de lo que la domesticación lo permite, sin embargo se ha demostrado que en el mismo plano de nutrición, los corderos sobre cuya espalda ha sido atado un gran peso desarrollan huesos más gruesos. También se debe tener en cuenta que la exposición a periodos prolongados de ingravidez genera pérdida de masa ósea y muscular.

2.3 CARNE DE GANADO BOVINO⁴

En la Figura 1 se muestra la distribución del peso total del ganado bovino, en la cual se observa que dentro de un rango entre 50% y 52% es carne de canal compuesta por músculo esquelético.

Figura 1. Distribución total del peso del ganado bovino



Fuente: [www.fedegan.org.co /Cortes/Cortes.html](http://www.fedegan.org.co/Cortes/Cortes.html)

2.3.1 Estructura interna de la carne. La carne debido a que su definición se ha venido ampliando a través del tiempo, se clasifica en diferentes tipos de tejidos, dicha clasificación es estrictamente válida solo para tipos de tejidos aptos para el consumo del ser humano. Además de la musculatura esquelética en los animales de sangre caliente, también se encuentran como alimento otros tipos de tejido como la grasa, órganos y sangre.

En un sentido legal, el concepto de carne incluye todas las partes de los animales de sangre caliente que son permitidas para el consumo humano, mientras en el sentido normal, la carne solamente es el tejido muscular esquelético acompañado de grasa.

⁴ Química de los Alimentos, Segunda Edición, (Belitz & Grosch, 1997)

Las fibras musculares están unidas por una red proteica llamada tejido conectivo o conjuntivo, además, cada fibra muscular está cubierta por una lámina de este tejido. El tejido conectivo o conjuntivo es muy duro, por ende a mayor presencia por parte de este tipo de tejido en el músculo, más dura será la carne. En la Figura 2 se muestra una porción de musculo esquelético con abundante tejido conectivo.

Figura 2. Porción de musculo esquelético supra espinoso y tejido conectivo



Fuente: [www.fedegan.org.co /Cortes/Cortes.html](http://www.fedegan.org.co/Cortes/Cortes.html)

Habrà más cantidad de este tipo de tejidos en los músculos que se ejerciten más; en el caso de las reses, los músculos delanteros son mas fibrosos que los traseros y otra razón que hace que se presente mayor cantidad de este tipo de fibras en la carne es la edad del animal, a mayor tiempo de vida que tenga éste, más dura será su carne.

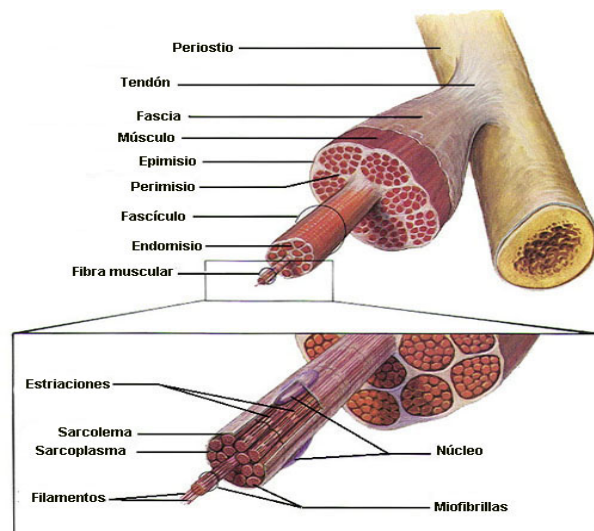
Existen dos tipos de tejido conectivo o conjuntivo: el colàgeno de color blanco (las cocciones prolongadas y lentas con ayuda de humedad ayudan a disolverlo, transformàndolo en gelatina y agua,. Otro proceso son los medios àcidos, aceleran el proceso de coagulación, ayudan a disolver el colàgeno y con una posterior cocción ayudan también a ablandar la carne) y la elastina de color amarillo (no se disuelve en los procesos de cocción, esta debe ser removida de la carne o

ablandada por medios mecánicos, además que se debe cortar esta en láminas finas).

2.3.2 Clases de tejido muscular legalmente comestible.

2.3.2.1 Tejido muscular esquelético. Este tejido muscular estriado voluntario está formado por células largas y estrechas (fibras) ordenadas de forma paralela y rodeadas de una gruesa envoltura de tejido conectivo o conjuntivo (epimisio). En la Figura 3 se muestra la distribución de la estructura interna del músculo esquelético.

Figura 3. Estructura interna musculo esquelético



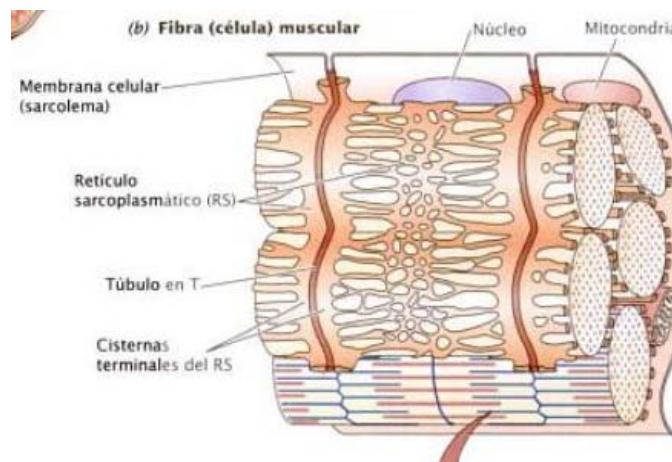
Fuente: www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/carne/. Unidad 3. Estructura del musculo

Capas más finas de este mismo tejido (perimisio) separan grupos de fibras para formar haces, al mismo tiempo que cada una de las fibras se encuentran a su vez separada de las demás de un mismo haz por otra envoltura más fina (endomisio).

Se puede diferenciar en la superficie externa de la fibra muscular (sarcolema), tres capas: el tejido conjuntivo, capa intermedia amorfa y la membrana plasmática.

En la parte interna de la fibra muscular están las miofibrillas (estructura filiforme muy pequeña formada por proteínas complejas) que conforman el aparato contráctil, ordenadas longitudinalmente y rodeando a estas, el sarcoplasma y el resto de los elementos celulares (núcleo, mitocondrias, retículo sarcoplasmático), como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4. Estructura interna de una Célula Muscular Esquelética



Fuente: Fisiología Animal (Hill & Vyse, 2004, pág. 550)

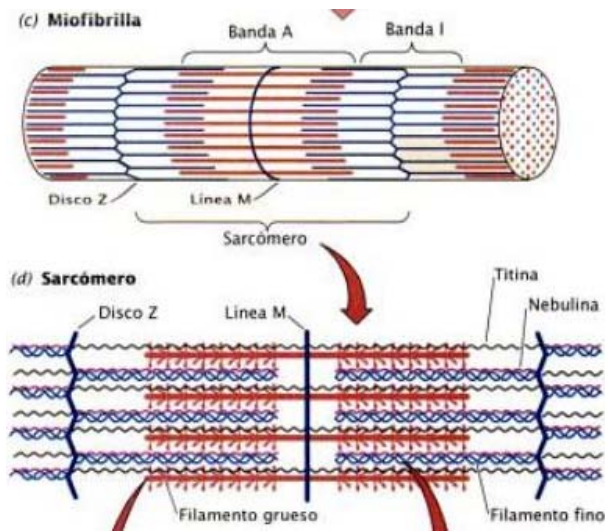
Según la relación miofibrillas / sarcoplasma se diferencian dos tipos de fibras: las blancas ricas en miofibrillas, pobres en sarcoplasma, de contracción intensa y rápida y agotamiento rápido, y las rojas pobres en miofibrillas, ricas en sarcoplasma, de contracción lenta y sostenida y agotamiento lento.

Visualmente esta clase de músculo tiene una apariencia de estrías transversales debido a la sucesión regular de bandas anisótropas (bandas A) birrefringentes a la luz polarizada, e isótropas (bandas I). Las bandas A las más oscuras, por su centro discurren las zonas H más claras, en cuya mitad se encuentra a su vez una

línea oscura conocida como M. Las bandas I las más claras en el centro de estas se observa que perpendicularmente se encuentran unas líneas un poco más oscuras llamadas líneas Z, o también llamados discos Z.

El sarcómero (Unidad Contráctil), está comprendido entre dos líneas Z (Discos Z) y está constituido por filamentos gruesos y delgados. Los filamentos gruesos están formados por la proteína miosina, se extienden a lo largo de la banda A y se mantienen en una formación ordenada debidos probablemente a la acción de la línea M. Lo anteriormente descrito se muestra en la figura 5.

Figura 5. Miofibrilla y Sarcómero del musculo esquelético



Fuente: Fisiología Animal (Hill & Vyse, 2004, pág. 550)

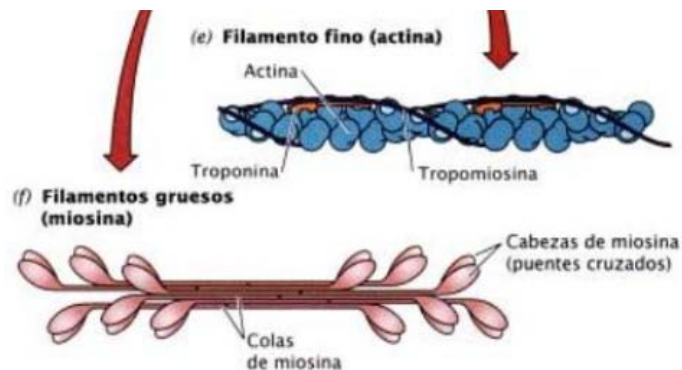
Los filamentos delgados están constituidos fundamentalmente por actina, se extienden desde las líneas Z hasta el límite de la zona H por entre los filamentos gruesos a través de la banda I.

- ❖ **CONTRACCIÓN Y RELAJACIÓN:** La estimulación muscular se lleva a cabo por medio de un impulso nervioso, el cual hace que se presente

despolarización de la membrana celular y con ello a la salida de iones de Ca^{+2} de los sarcotúbulos del retículo sarcoplasmático hacia las miofibrillas. Estos iones son ligados por la troponina, causando el cambio de conformación. A su vez al estar en contacto la troponina con la tropomiosina, el cambio de conformación produce el desplazamiento de las fibrillas de tropomiosina.

Por último, el desplazamiento produce el contacto entre las moléculas de actina de los filamentos delgados y las cabezas de miosina de los filamentos gruesos mediante el movimiento de estos filamentos gruesos, como medio para obtener energía la hidrólisis de ATP (Adenosin Tri - fosfato) en las mismas cabezas y la permanencia en ellas de sus productos de hidrólisis, ADP (Adenosin Di - fosfato) y fosfato inorgánico, como se puede observar en la Figura 6.

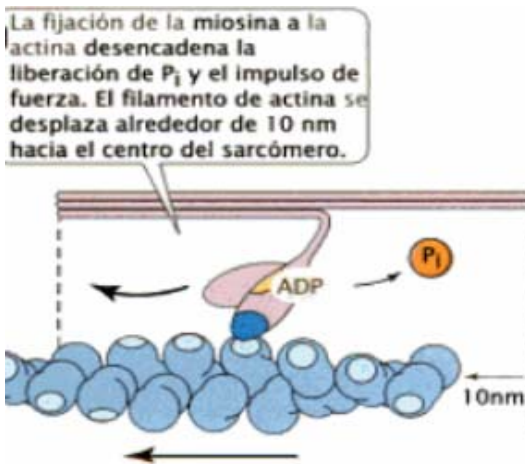
Figura 6. Actina y Miosina



Fuente: Fisiología Animal (Hill & Vyse, 2004, pág. 550)

En la figura 7 se muestra el cambio de conformación de la cabeza, el cual produce el desplazamiento del filamento delgado con relación al filamento grueso.

Figura 7. Desplazamiento de la Actina con respecto a la Miosina



Fuente: Fisiología Animal (Hill & Vyse, 2004, pág. 554)

Debido a que las cabezas de miosina se orientan hacia la línea M, hay un acercamiento de los discos Z entre sí.

Cuando la concentración de ATP es baja no se produce la separación de los filamentos de actina y miosina. El músculo por lo tanto permanece rígido y contraído (rigor mortis). El ATP ejerce por tanto un efecto plastificante.

2.3.2.2 Tejido muscular cardiaco. Es un tipo de músculo similar al músculo esquelético en la estructura estriada, aunque el número de mitocondrias es considerablemente mayor.

2.3.2.3 Tejido muscular liso. Las células de la musculatura lisa son especiales porque poseen un núcleo en posición central y miofibrillas ópticamente homogéneas de modo que no presentan estriamiento transversal. Este tipo de células se presenta en los músculos de contracción involuntaria (con excepción

del corazón), tales como los intestinos, mucosas, bazo, nódulos linfáticos y epidermis.

En la industria cárnica también es de importancia este tipo de tejido, ya que también es de consumo humano, por ejemplo el estómago.

2.3.2.4 Otros tejidos legalmente comestibles. Además de los tejidos nombrados anteriormente aptos para el consumo del ser humano, también se encuentran otros tipos de tejidos que igualmente pueden ser consumidos. El consumo de estos tejidos por parte del ser humano depende de varios factores, por ejemplo la cultura o el estado de salud entre otros, ya que estos tipos de tejido al ser consumidos causan en el ser humano una digestión más compleja. Se caracterizan por ser mayores generadores de grasas, las cuales son perjudiciales para el ser humano.

Los órganos compuestos por estos tejidos son:

- ❖ Cerebro.
- ❖ Testículos.
- ❖ Ubre.
- ❖ Riñones.
- ❖ Hígado.
- ❖ Lengua.

2.4 MANEJO ANTE - MORTEM DEL GANADO BOVINO⁵

2.4.1 Efectos químicos y morfológicos del estrés sobre la calidad de la carne. El ganado bovino sometido a explotación por parte del hombre de forma intensiva buscando un interés económico rentable y por condiciones ambientales adversas, se producen cambios en sus hábitos de vida natural y se exponen a estímulos estresantes que afectan la fisiología de los animales, produciendo reacciones químicas internas y por ende la calidad de la carne se ve afectada.

Cuando el animal se ha estresado antes del sacrificio, se agota el glucógeno muscular y, por lo tanto no hay regulación del pH, lo que conlleva a que la carne quede con un pH alto superior a 6 y por ende las proteínas se encuentran fuera de su punto isoeléctrico, como consecuencia absorben grandes cantidades de agua que da una apariencia superficial seca, se refleja poco la luz y el color se torna rojo oscuro, además adquiere firmeza por la turgencia de las fibra musculares y su degradación con respecto al tiempo es mayor.

Los animales estresados presentan un valor de pH cárnico superior respecto a animales tratados correctamente antes del sacrificio. Las diferencias en el pH cárnico final y en el color de la carne, se observa cuando la concentración de glucógeno intramuscular es baja, a lo cual no hay producción de ácido láctico, responsable de disminuir el pH.

Los factores generadores de estrés en la industria cárnica corresponden a la manipulación antemortem que se le da al ganado bovino. Inicialmente se tiene el manejo en la granja, los animales provenientes de criaderos donde los operarios utilizan correctas prácticas de manejo se generan canales con un 50% menos de contusiones, hematomas y carnes DFD (Dark, Firm and Dry).

⁵ Ciencia y Tecnología de Carnes, (Hui, Guerrero, & Guerrero, 2006)

El transporte desde el sitio de crianza hasta el matadero constituye otro factor generador de estrés y quizás el más importante, ya que integra tanto el desplazamiento del animal como también su carga y descarga, el ruido, las vibraciones del vehículo, la falta de experiencias previas, el agrupamiento social, el hacinamiento, los factores climáticos, tiempo de transporte y la privación del agua. Siendo estos factores causales de estrés que se deben considerar y emplear medios de transporte que cumplan con los requisitos requeridos en la reducción de los anteriores factores.

Dentro del sitio destinado para el sacrificio es correcto contar con iluminación y espacios adecuados, paredes lisas, con rampas o callejones curvos y corrales redondos que faciliten el movimiento de los animales, evitando objetos en movimiento y grandes concentraciones de operarios en el área; logrando así una adecuada descarga del ganado bovino que evita el estrés antemortem.

En el ganado bovino el ayuno debe ser entre 12 y 72 horas. Si éste es menor de 12 horas, se presenta plena actividad digestiva; se presenta un estrés leve, que afecta la conversión de músculo a carne. La canal se contamina por el alto contenido de alimentos en el intestino. Los tejidos, no tendrán la composición adecuada, por los compuestos que aportan olores y sabores no apropiados para la carne.

El ayuno debe ser de alimento, más no de agua, el suministro de agua debe ser a gusto del animal, lo cual evita que se presente el estrés. Una vez muerto el animal, se presenta un metabolismo anaeróbico en el músculo, dándose el paso de glucógeno a ácido láctico, el cual hace que el pH disminuya en el músculo desde [7,0 – 7,2] hasta [5,6 – 5,5], en el proceso anaeróbico. Lo anterior, debe darse en condiciones normales en la conversión de músculo a carne.

2.4.2 Métodos de insensibilización y matanza. Existen diferentes sistemas de insensibilización efectivos, rápidos y económicos que cumplen con las respectivas

normatividades de sacrificio industrial del ganado bovino, además de cumplir con las costumbres religiosas y los reclamos de índole humanitaria por parte de las sociedades protectoras de animales.

Estos métodos de insensibilización incluyen aquellos por contusión, descarga eléctrica, mediante gases, microondas y agua a presión elevada. Antes del sacrificio del animal es necesario crear un estado de aturdimiento o inconsciencia y el tiempo entre este estado y el desangrado debe ser lo más breve posible para evitar que el animal recupere la sensibilidad, además aprovechar al máximo el efecto de aturdimiento y al mismo tiempo evitar que las hormonas liberadas por el estrés se distribuyan por la circulación, afectando la calidad de la carne.

La eliminación del mayor volumen de sangre, además de provocar una muerte rápida al animal, juega un papel importante en la presentación comercial de la carne, en su higiene y en la prolongación de su periodo de conservación, de esta manera se da paso a las etapas siguientes de la matanza del animal.

2.5 MODIFICACIONES POST-MORTEM EN EL MUSCULO

La consistencia de la carne debe ser firme, elástica y granulosa al tacto. Si al hacer presión en un área de la carne, ésta libera líquido de color rosado, quiere decir que la carne está apta para el consumo humano, si el líquido es rojo significa que el animal fue mal sangrado o murió de alguna enfermedad.

2.5.1 Pre rigor⁶. Iniciada la operación de eliminación de sangre, la presión sanguínea se reduce y el oxígeno se agota; cuando esto sucede el tejido muscular

⁶ Ciencia y Tecnología de Carnes, (Hui, Guerrero, & Guerrero, 2006)

adopta un metabolismo anaerobio, siendo la glucólisis la única vía para obtener energía, por lo tanto las reservas de glucógeno disminuyen y el ácido láctico se acumula reduciendo el pH de valores cercanos a 7 hasta 5.3 a 5.7, lo cual puede afectar las propiedades fisicoquímicas de la carne.

Además se produce un fallo en los mecanismos que controlan la temperatura corporal. Una rápida acidificación cuando la temperatura corporal es aun elevada provoca la desnaturalización de proteínas, reducción de la solubilidad y una disminución de la retención de agua y la carne tendrá una apariencia pálida, suave y húmeda. El fenómeno opuesto, cuando el pH no disminuye debido a una baja reserva de glucógeno, genera una carne oscura, firme y seca (DFD), con una elevada capacidad de retención de agua.

2.5.2 Rigor Mortis. Inmediatamente después de la muerte del ejemplar bovino, el músculo está blando, relajado, seco y aplicándole una presión ligera (5 – 15 KPa) se estira de modo reversible. Al cabo de unas horas se produce la rigidez cadavérica (rigor mortis). El músculo en este caso solo se estirará con una fuerza mayor a (200 KPa) y su apariencia pasa de estar húmeda a mojada. Durante el rigor mortis se presentan diferentes estados de contracción y relajación en el tejido muscular, estos estados se cumplen con el pasar de las horas y el músculo se podrá estirar fácilmente de nuevo, aunque este estiramiento será irreversible. Las modificaciones morfológicas están condicionadas por la proteólisis y éstas son las que conducen al ablandamiento (maduración, envejecimiento).

La rigidez cadavérica es un proceso muy importante para conservar la ternura de las carnes y permitir una maduración. La rigidez cadavérica es un proceso que consiste en fenómenos físico-químicos y que brindan al músculo una rigidez y dureza características. Se realiza en cámaras entre (14 – 19 °C). Si se cocina la carne antes que este proceso se inicie, resultará muy blanda, gelatinosa y

desagradable. Si la cocción se hace antes que el proceso termine, la carne estará muy dura.

Al presentarse la muerte en el animal, se suspende el flujo sanguíneo, por ende finaliza el aporte de oxígeno al músculo, produciéndose condiciones anaeróbicas en la célula muscular. Sucediendo de esta forma una degradación de los fosfatos ricos en energía (ATP, ADP), quedando de esta forma como únicas fuentes de energía la temperatura, la concentración de glucógeno y la glicolisis cuya velocidad depende del pH, formándose ácido láctico, este se va acumulando en el músculo disminuyendo el pH (6,5 – 5,8).

Mientras el animal está recién muerto sus tejidos musculares son demasiado blandos, extensibles y secos, pierden rápidamente su extensibilidad con el incremento de la desaparición del ATP. Al final con el rigor mortis los tejidos musculares se vuelven duros y húmedos.

El rigor mortis se desarrolla en el músculo bovino en un lapso de (12 – 24 horas), la velocidad de la caída del pH, es determinante en la capacidad de retención de agua, por ende se determinará la calidad de la carne. También tiene que ver la temperatura con la retención, siendo de esta manera una mayor retención con una disminución lenta de la temperatura.

2.5.3 Capacidad de retención de agua de la carne. El tejido muscular contiene alrededor del (74 – 76%) de agua y una concentración de proteínas del (20 – 22%), es decir, (350 – 360 g) de agua por cada 100 g de proteína, el resto de agua contenida en los tejidos musculares, aproximadamente un 95%, se encuentra inmovilizada en los estrechos canales existentes entre los filamentos. Los cambios en el contenido de agua, están ligados al hinchamiento o encogimiento de las miofibrillas.

La capacidad de retención de agua (imbibición) de este gel proteico depende del modo y la intensidad de las interacciones entre las cadenas peptídicas. La disminución de estas interacciones hace que haya un aumento de imbibición, y el incremento de dichas interacciones hace que se produzca la sinéresis del gel.

El hinchamiento transversal de las miofibrillas, está condicionado por el NaCl. El diámetro de las miofibrillas aumenta 2.5 veces, que corresponde a un incremento de volumen de 6 veces, la causa es la despolimerización de los filamentos gruesos a moléculas solubles de miosina y el debilitamiento de las cabezas de miosina a la actina. Además que se presentaría el aflojamiento de los elementos estructurales transversales (líneas M, discos Z), los cuales facilitan la extensión de las miofibrillas.

Aunque la retención de agua tiene que ver con muchos factores, uno de los factores más importantes es el cambio de pH en los tejidos musculares. Siendo la mínima capacidad de retención de agua en el intervalo de pH (5 – 5,5).

La adición de sales a los tejidos musculares provoca, el mínimo de imbibición hacia los valores inferiores del pH. Esto quiere decir, una mayor capacidad de retención de agua en presencia de sales a cualquier pH superior al punto isoeléctrico de la carne sin salar.

La alta capacidad de retención de agua del músculo inmediatamente después del sacrificio (músculo aún caliente), hay que relacionarla con la alta concentración de ATP previa al inicio del rigor mortis. Con el decremento del ATP, aumenta la rigidez del músculo y disminuye la capacidad de retención de agua. Por lo tanto la adición del ATP antes del rigor mortis ocasiona un hinchamiento parcial del musculo y dicho hinchamiento es de corta duración, pues la degradación del ATP es muy rápida, ocasionando rápidamente la contracción y pérdida de agua del músculo.

2.6 CONSERVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA CARNE

2.6.1 Refrigeración. Es el mejor procedimiento para la conservación en estado fresco de la carne después de su sacrificio. El tiempo máximo de conservación máximo a 0 °C es de (3 – 6 semanas). Siempre se producen pérdidas de peso por evaporación de agua, incluso con altas humedades relativas en el ambiente.

Si la carne se somete a temperaturas inferiores a los 10 °C, antes de que se instaure su rigor, esta se encoge y se vuelve dura, Esto se puede evitar si se mantiene la carne durante (16 – 24 horas) a (15 – 16 °C) y si se enfría antes que se instaure el rigor. Otra posibilidad es la estimulación eléctrica, la cual acelera la glicolisis y la caída del pH, disminuyendo su dureza.

Otra ventaja de refrigerar la carne, es el hecho de disminuir la velocidad de auto oxidación de los lípidos. El hierro no hémico aumenta con el cocinado, y es un catalizador activo de la peroxidación lipídica. Puede apreciarse que tras un corto periodo de almacenamiento en frío se produce un cierto olor a rancio en la carne (WOF Warmed – Over Flavor), el curado o adición de sal y sales nitrificantes inhibe este proceso.

2.6.2 Congelación. Este procedimiento cuenta con la ventaja de prolongar el tiempo de conservación de la carne. Este proceso se hace en una sola etapa (congelación directa), o en dos etapas (refrigeración, congelación). Las condiciones en las cuales se debe suministrar el aire para dichos casos son, una temperatura de unos (-40 °C) y velocidades de (3 – 10 m/s). Siendo de esta manera la conservación de la carne en tiempos muy prolongados, por ejemplo a una temperatura de unos ((-18) – (-20) °C) y humedad relativa de 90%, la carne tendría un tiempo de conservación de unos (9 – 15 meses).

La capacidad de retención de agua de la carne congelada será mayor cuanto menor sea la temperatura de congelación y mayor sea la velocidad de la misma. Siendo de esta forma el proceso de dos etapas el más conveniente, debido a que cuando se practica el procedimiento de una sola etapa a la carne, ésta pierde sus propiedades de retención de agua, es decir, si a la carne antes que se instaure el rigor mortis no se le refrigera previo a la congelación, esto hace que se pierdan grandes cantidades de agua, vale mencionar que esto se cumple para piezas de carne pequeñas.

El motivo por el cual se desangra tanto la carne o hay menor capacidad de retención del agua, es la degradación extremadamente rápida de ATP, hay liberación de grandes cantidades de Ca^{2+} siendo activada la miosin – ATPasa (rigor de la descongelación).

El rigor de la descongelación se activa si la carne se corta congelada con adición de sal, o si se corta la carne en caliente con la adición de sal.

Cuando la carne es congelada una vez que ha sufrido la maduración, es menor la pérdida de agua, que la carne que es congelada en rigor, a pesar de esto no se suele utilizar este proceso por razones económicas. Se recomienda que la descongelación se haga lentamente, esto hace que las propiedades de la carne no se pierdan tan abruptamente.

2.7 RAZAS QUE COMPONEN EL GANADO BOVINO MÁS CONSUMIDAS EN COLOMBIA

El ganado bovino en los últimos años ha venido convirtiéndose en parte principal de la economía en Colombia, debido a su comercialización multipropósito (leche, carne y cueros).

Los dos principales grupos de bóvidos domesticados, *Bos taurus* (Europa) y *Bos indicus* (India y África) son descendientes del *Bos primigenius*, el ganado bovino original o uro. Continuando con la domesticación del ganado bovino se encuentra el bóvido giboso domesticado *Bos indicus* “Cebú”⁷.

Existen en el país varias razas de ganado bovino, como lo son las razas criollas, las cuales destacan por ser muy resistentes a la inclemencia del medio. Una de las razas criollas más utilizada y que sobresale por su gran rendimiento, es la raza Romosinuano, además de ser una de las razas más aptas para realizar cruces con razas puras.

Se destaca el excelente comportamiento que tienen los animales cruzados de la raza cebú con animales de tipo *Bos Taurus* (Pardo Suizo) y la raza criolla Colombiana Romosinuano. Quedando entonces demostrado que la carne *Bos Indicus* tiene menor ternura que la carne *Bos Taurus*, lo cual tiene que ver con el proceso enzimático de proteólisis del músculo (ablandamiento de la carne por ruptura de partes del componente miofibrilar), siendo mayor la proteólisis en *Bos Taurus*, cuya carne por lo general es más tierna⁸.

Estas razas puras han sido traídas a Colombia con los propósitos de mejorar las razas criollas, incrementando su calidad de producción de carne y leche además de mejorar su capacidad de adaptación al medio donde se encuentra, todo esto por medio de cruces entre dichas razas.

2.7.1 Cadena de producción de ganado bovino. La cadena de valor de la ganadería bovina representa un renglón muy importante dentro de la producción agropecuaria. La mayor parte de la cadena está explicada por la producción ganadera.

⁷ Lawrie's Meat Science, Séptima Edición, (Lawrie & Ledward, 2006, pág. 5)

⁸ Comparison of *Bos Indicus* and *Bos Taurus* inheritance for carcass beef characteristic and mean palatability, (Crouse, Cundiff, Koch, Koohmararire, & Seiderman, 1989)

La cadena de ganado bovino está conformada por los siguientes eslabones: Producción de ganado, especializado y doble propósito; beneficio de ganado; carne y subproductos de bovino, dichos diagramas de flujo son presentados en la Figura 8 y Figura 9.⁹

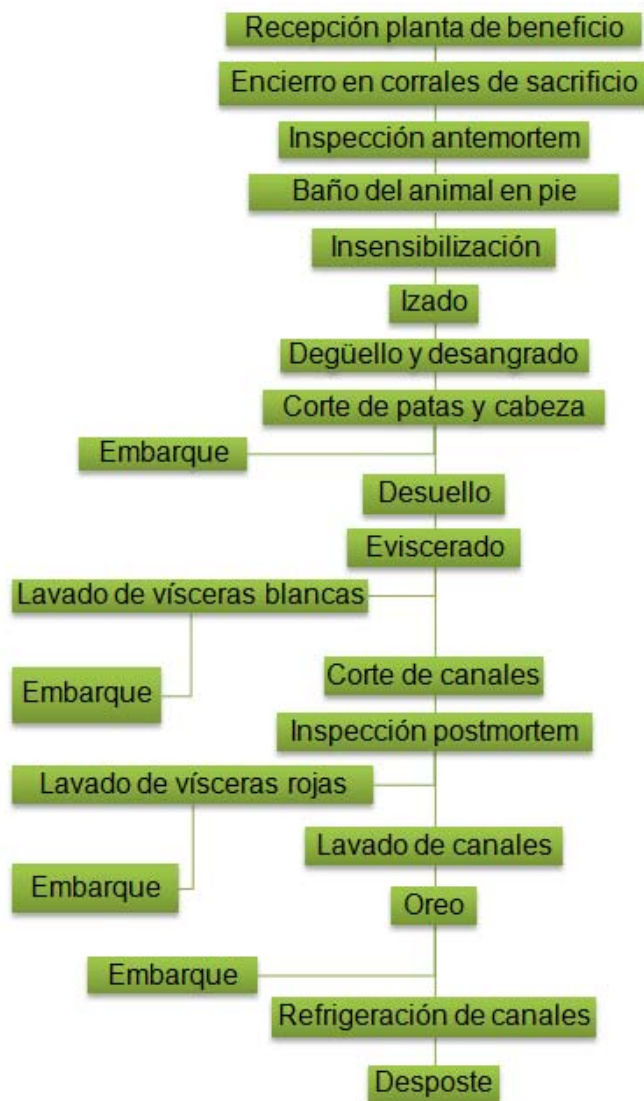
Figura 8. Diagrama de flujo sección de pre beneficio



Fuente: Universidad de Antioquia, Diseño HACCP para el proceso de carne bovina.
<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/109/108>. Página 50

⁹ Acuerdo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
www.minagricultura.gov.co/02componentes/06com_01b_cadenas.aspx

Figura 9. Diagrama de flujo sección de beneficio

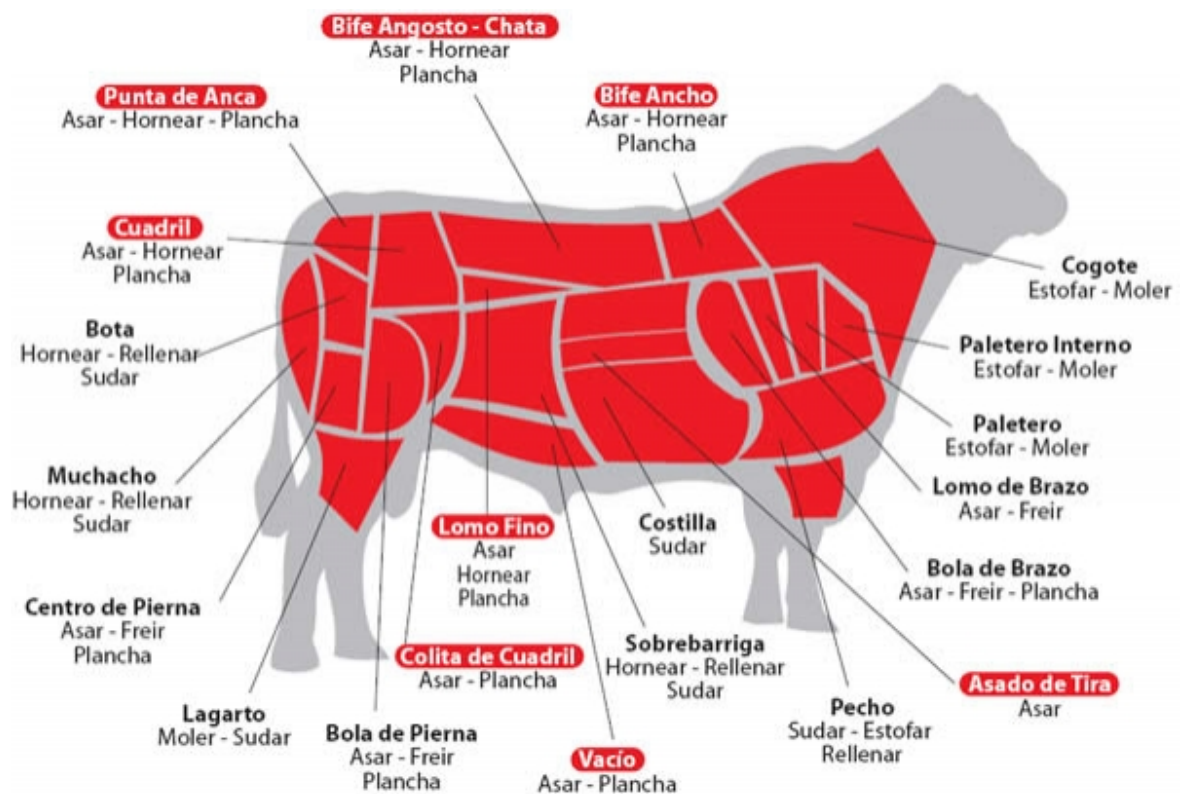


Fuente: Universidad de Antioquia, Diseño HACCP para el proceso de carne bovina.
<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/109/108>. Página 50

2.8 CORTES PRINCIPALES DE MUSCULO ESQUELETICO¹⁰

Ante todo la res se divide en dos partes cada una llamada canal, a su vez cada canal es subdividida en cortes principales dispuesto como se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Cortes de carne en una canal



Fuente: [www.fedegan.org.co /Cortes](http://www.fedegan.org.co/Cortes)

Cada subdivisión o corte principal tiene su respectivo nombre dado en latín, además según cada país a cada corte se le da un nombre popular, así como se puede observar la Tabla 3.

¹⁰ www.fedegan.org.co/cortes

Tabla 3. Abreviaturas y nombres comunes para la clasificación de músculos

ABREVIATURA	MÚSCULO	PPAL.NOMBRE COMÚN
ADD	Aductor	Bota
BIB	Bíceps braquial	Paletero
BIF	Bíceps femoral	Cadera-Centro pierna-P. Anca
BRA	Braquial	
BCO	Braquiocefálico omotransversal	Cogote
COM	Complejo	Lomo de aguja
COB	Cutáneo omobraquial	
DEP	Pectoral profundo	Pecho
DEL	Deltoides	Brazo
ECR	Extensor carpo radial	Lagarto de pierna o brazo
GAS	Gastrocnemio	Murillo
GLU	Glúteo medio	Punta de anca
GRA	Gracilis	Parte interna de la cadera
INF	Infra espinal	Paletero
LAT	Dorsal ancho	Chatas, churrasco
LNG	Dorsal largo	Lomo ancho
LDC	Dorsal largo (Aguja)	Lomo de aguja
LLU	Lumbar largo	Lomo angosto
LTH	Torácico largo	Parte superior costillas
MUL	Multífido dorsal	Lomo de aguja
OEA	Oblicuo externo abdominal	
OIA	Oblicuo interno abdominal	Colita de cadera
PSM	Psoas mayor	Lomo fino
QDF	Cuádriceps femoral	Bola de pierna
REA	Abdominal recto	Sobrebarriga
REF	Femoral recto	Centro de pierna
RHO	Romboideo	Joroba o cogote
SEM	Semimembranoso	Parte Interna de la nalga
SET	Semitendinoso	Muchacho
SEV	Serrato ventral	Costillas
SPI	Espinal dorsal	Tapa Lomo ancho
SPL	Esplenio	Lomo de aguja
SUB	Subscapular	Paletero
SPP	Superficial pectoral	Pecho
SPS	Supra espinal	Lomo de brazo
TFL	Tensor fascia latae	Colita de cadera
TER	Teres mayor	Parte interna del brazo
TRA	Trapezoidal	
TRI	Tríceps braquial	Bola de brazo
VAL	Vasto lateral	Bola de pierna
VAM	Vasto medio	Bola de pierna

Fuente: Ranking of Beef Muscles for Tenderness (Calkins & Sullivan, 2007)

2.8.1 Cortes Delanteros.

- ❖ Lomo de aguja. Comprende los músculos romboides, complejo, esplenio dorsal largo, espinal dorsal, multífido dorsal, costal largo, serrato, dorsal anterior y subscapular. (SEV, SUB).
- ❖ Lomo de brazo.
- ❖ Bola de brazo.
- ❖ Costilla.

2.8.2 Cortes Traseros.

- ❖ Lomo ancho o chatas. Comprende los músculos espinal dorsal, dorsal largo, multífido dorsal, costal largo, intercostales y elevadores de costillas. (SPI, LNG, MUL).
- ❖ Cadera.
- ❖ Sobrebarriga.
- ❖ Colita de cadera.
- ❖ Bola de pierna.
- ❖ Bota.
- ❖ Muchacho.
- ❖ Centro de pierna.

2.8.3 Cortes Finos.

- ❖ Lomo fino. Psoas mayor y menor, cuadrado lumbar e iliaco. (PSM).
- ❖ Punta de anca. Musculo bíceps femoral. (BIF).

2.8.4 Cortes para Moler.

- ❖ Cogote y murillo. Comprende los músculos trapecio cervical, escaleno, recto de la cabeza y cuello, largo del cuello, Omohioideo, serrato cervical, esplenio, romboides, complejo, braquiocefálico, esternocéfálico y omotransversal. (TRA, SPL, RHO, COM, BCO, LAT, LDC).
- ❖ Murillo de brazo o lagarto. Comprende los músculos gastrocnemio, extensores digital largo, lateral e interior, perineo anterior y tibia anterior. (ECR).
- ❖ Murillo de pierna o lagarto. Comprende los músculos gastrocnemio, extensores digital largo, lateral e interior, perineo anterior y tibia anterior. (ECR).
- ❖ Paletero interno. Músculo supra espinoso. (SPS).
- ❖ Paletero. Comprende los músculos braquial, deltoides, cabeza larga del trapecio y subscapular. (BRA, DEL, TRA).
- ❖ Pecho. Comprende el músculo pectoral ascendente, descendente, oblicuo, cutáneo, extensor de la fascia braquial y del oblicuo abdominal externo. (SPP, DEP, OEA, COB).

3. METODOS DE ABLANDAMIENTO DE CARNE

Actualmente la industria cárnica dentro de todo este proceso de beneficio no cuenta con un sistema de ablandamiento de carne efectivo, por consiguiente la carne no cuenta con la totalidad de su valor agregado.

La carne de res según sea su estructura se caracteriza por ser blanda o dura, esto depende de la cantidad de tejido conectivo que tenga, genero del animal, la parte a consumir de la res y de la edad de esta.

3.1 CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DEL MEJOR MÉTODO DE ABLANDAMIENTO

Existe una clasificación de métodos de ablandamiento de carne, con la cual se pueden distinguir claramente las respectivas derivaciones de cada una, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación Fundamental y sus derivaciones, de los ablandamientos de carne

QUIMICO	ADICIÓN DE QUIMICOS
	MADURACIÓN
MECÁNICO	MANUAL
	SEMI AUTOMÁTICO
	AUTOMÁTICO

3.1.1 Ablandamiento con químicos.¹¹

3.1.1.1 Método de adición de sustancias químicas. Los procesos químicos se encuentran los preparados enzimáticos vegetales (ficina, papaína, bromelaína), se debe tener en cuenta que estos procesos químicos tienen diferentes métodos de aplicación ya sea por medio de repartición por toda la superficie de la pieza cárnica.

El tratamiento con proteinasas es otro método de ablandamiento químico de la carne mostrado en la Figura 11. Se trata de la administración por vía arterial o intramuscular de proteinasas, de origen generalmente vegetal o microbiano, produce una degradación de las proteínas estructurales, y como consecuencia produce un ablandamiento en la carne. La verificación que se ha sometido a la carne a dicho tratamiento es relativamente difícil.

Figura 11. Ablandamiento de carne por adición de químicos



Fuente: <http://tipdeck.com/es/how-to-cook-brisket/>

¹¹ Química de los Alimentos, Segunda Edición, (Belitz & Grosch, 1997)

- ❖ Desventajas: Teniendo en cuenta que el ablandamiento químico es el menos adecuado, debido a que este procedimiento hace que la carne sufra una degradación la cual hace que la carne pierda su sabor, jugosidad y consistencia, además que ocasiona alteración, ya que los niveles de químicos adicionados no son controlados llegando a ser perjudicial para el consumo humano. Además se puede observar que para que se efectúe el ablandamiento se necesitan alrededor de 30 minutos por porción de carne, generando una gran pérdida de dinero.

3.1.1.2 Maduración o transformación del musculo en carne¹². El proceso de ablandamiento utilizado por la industria cárnica consiste en el ordenamiento de las partes de la res después de los procesos de desposte y desprese, por último las partes de la res son introducidas en cuartos fríos de almacenamiento, como se observa en la Figura 12.

Figura 12. Cuartos de maduración de carne



Fuente: FEDEGAN

¹² Química de los Alimentos, Segunda Edición, (Belitz & Grosch, 1997)

Esta parte es la más importante para nuestro análisis ya que en ella se lleva a cabo la maduración de esta. Y una vez cumple el tiempo de maduración es transportada por autos los cuales están acondicionados para que la carne permanezca fresca y libre de bacterias, llegando a los diferentes puntos de distribución.

La maduración o envejecimiento de los tejidos musculares, están ligadas a cambios morfológicos que afectan principalmente el citoesqueleto, sufriendo una desorganización los discos Z y un ablandamiento y una degradación de los filamentos gruesos, por último la adhesión lateral entre miofibrillas vecinas se pierde. La maduración es la que le dará el sabor y aroma a la carne, ésta se realiza en cámaras que se encuentran a una temperatura de 12 °C y que tiene un 80% de humedad en el ambiente, por un lapso de tiempo de 24 a 48 horas. En este lapso hay pérdida de agua y por consiguiente de peso. Se deben adoptar, en este proceso, medidas rígidas de higiene en las cámaras para evitar al máximo la proliferación bacteriana.

2 ó 3 días post mortem la rigidez característica del rigor mortis comienza a decrecer en los tejidos musculares del ganado bovino. La fase de maduración posterior, importante por el ablandamiento y formación del aroma, tiene una duración de tiempo que depende de la temperatura a la cual ésta se almacene.

Para la carne de ganado bovino se han calculado las siguientes relaciones: 14 días a 0 °C, 6 días de (8 - 10) °C y 4 días de (16 - 18) °C. Durante la maduración se incrementa ligeramente el pH, aumentando la capacidad de retención de agua en la carne y disminuyendo la pérdida de jugo en el cocinado

Estos son procesos de tipo proteolítico (la proteólisis es la degradación de proteínas, ya sea por medio de enzimas endógenas o por medio de digestión intramolecular), por ejemplo, la unión de actinina a los discos Z se afloja y también la fijación de los filamentos de actina. La degradación de la desmina conduce a la relajación de la unión de las miofibrillas vecinas en el entorno de los discos Z. Los

filamentos gruesos formados por conectina también se degradan proteolíticamente.

El ablandamiento por almacenamiento es un procedimiento en el cual la canal y las extremidades se introducen en un cuarto de almacenamiento con temperatura y humedad adecuadas para que estas partes hagan su debido proceso de maduración a través del tiempo, siendo este un proceso natural pero que a la vez es muy inexacto, ya que no se cuenta con un sistema de medición de ablandamiento versus degradación del tejido, además que suele ser contradictorio este procedimiento ya que la carne a través del tiempo de maduración presenta varias veces endurecimiento y ablandamiento, por tal razón no se puede asegurar con certeza que la carne haya sido totalmente ablandada.

- ❖ Desventajas: El método utilizado para el ablandamiento de carne descrito anteriormente es el método más sencillo, común y se encuentra entre los más económicos, pero es ineficiente, requiere mucho tiempo y es poco eficaz.

3.1.2 Ablandamientos Mecánicos.

3.1.2.1 Métodos Manuales. Mediante procedimientos mecánicos se transforma la carne dejando de ser un inconveniente su dureza, siendo la calidad de esta muy alta, sin contaminarla y llevándose a cabo su tratamiento según criterios de salubridad y normas de seguridad respectivas, además de obtener un ahorro ostensible de tiempo.

- ❖ Se tienen diferentes tipos de ablandamiento manual uno de estos es con un aparato similar al martillo el cual tiene unas puntas las cuales su función principal es penetrar el tejido, como se observa en la Figura 13.

Figura 13. Martillo ablandador de carne



Fuente: Industria Vasconia.

Desventajas: Teniendo en cuenta que no se puede controlar la fuerza de impacto del martillo y sumándole el gran peso que tiene este, se presenta un macerado de la carne, además de una gran pérdida de líquidos, afectando de esta forma en gran medida la calidad, el sabor, su consistencia y su estructura por ende afectando su aspecto visual.

- ❖ Otro equipo manual utilizado para ablandamiento de la carne es Máquina que consta de 3 líneas de 48 cuchillas cada una, mostrada en la Figura 14.

Figura 14. Ablandadora manual de carne por medio de cuchillas



Fuente: Industria Lacor.

El procedimiento de ablandamiento por medio de esta máquina se lleva a cabo poniendo el trozo de carne a ablandar en una superficie totalmente lisa, y después se sitúa la maquina sobre la carne y se le hace una presión vertical para que las cuchillas bajen y rompan las fibras de la carne de forma invasiva, atravesándola, una vez se deja de hacer presión la maquina sube por si sola por medio de unos resortes.

Desventajas: Como el martillo utiliza el impacto como método de ablandamiento, ocasionando los mismos problemas mencionados anteriormente (macerado de la carne y perdida de líquidos), debida a la penetración total por parte de estas cuchillas golpeando con el cabezal la carne y dejando grandes perforaciones en los tejidos y una mala presentación visual.

Esta máquina también existe a nivel industrial (automática), aumentando el nivel de producción debido a una banda transportadora, pero obteniendo los mismos resultados, la manera como es ablandada la carne por esta máquina, es mostrada en la Figura 15.

Figura 15. Ablandadora industrial de carne por medio de cuchillas



Fuente: Industria Metalquimia.

Cabe resaltar el hecho que entre los tipos de ablandamiento mecánico automático no se nombre la maquina que tiene banda transportadora debido a que en nuestro caso, la cantidad de carne requerida es para un nivel de producción medio (restaurantes, carnicerías) y porque nuestro diseño es portátil, siendo de esta forma innecesaria tal maquina, la cual está diseñada específicamente para una alta producción, es el caso de las grandes industrias comercializadoras de carne.

3.1.2.2 Método Semi automático. Maquina que consta de un rodillo, el cual tiene unas cuchillas de forma anular por toda su superficie, el procedimiento de ablandamiento por medio de esta máquina se lleva a cabo, introduciendo la carne por uno de los lados y se empieza por medios manuales a mover la manivela para hacer rotar el rodillo. Este al ser rotado hace que la carne se desplace y a su vez sea cortada. Dichos cortes son constantes dejando la carne casi que en tiras.

En la Figura 16 se muestra la ablandadora semi automática en la cual se observan claramente las cuchillas anulares y la manivela.

Figura 16. Ablandadora de carne semi automática tipo rodillo de cuchilla anular con manivela manual

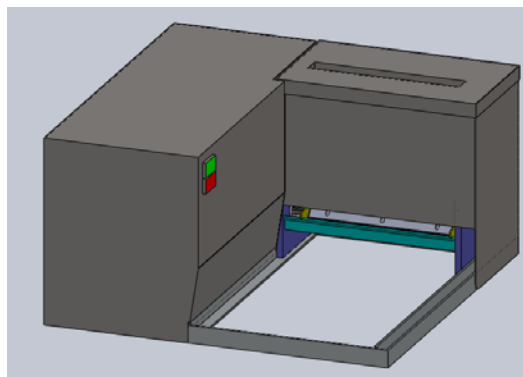


Fuente: Industria Dosze.

- ❖ Desventajas: De esta forma se descarta esta opción, por la razón que su capacidad de producción es mucho menor, comparada con los demás tipos de ablandamiento mecánico, además que las características principales que tiene la carne están siendo destruidas y no se cumple con la capacidad requerida.

3.1.2.3 Método automático. El ablandador mecánico automático es el más apropiado, puesto que este tipo de ablandador tiene mayor capacidad, además que su tamaño es compacto y el consumo de energía es mínimo, en la Figura 17 se observa la maquina ablandadora propuesta.

Figura 17. Prototipo de maquina ablandadora de carne portátil



Esta máquina consta de dos rodillos que giran solidariamente y los cuales tienen en toda su superficie cuchillas de determinadas dimensiones, las cuales están puestas aleatoriamente y que al ser rotados los rodillos por medio de un motor eléctrico, hacen pequeños cortes no invasivos por todo el trozo de carne, dejándolo más blando para su posterior consumo.

Los materiales de los que está hecha la maquina son aluminio y acero inoxidable en su totalidad, los cuales se seleccionaron para que no reaccionaran químicamente con la carne, haciendo de este proceso, un proceso totalmente seguro e higiénico.

Por costos de fabricación, frente a la producción del material a ablandar, este tipo de ablandador es adecuado pues tiene funcionamiento continuo de alta capacidad.

Para este tipo de ablandador se recomienda, para que el consumo de energía sea mínimo y para que la maquina sea correctamente usada, que la porción de carne sea de las medidas especificadas.

En conclusión el ablandador mecánico automático de rodillos, es la mejor opción y con la cual se desarrollara este trabajo de grado. Este tipo de maquina es relativamente barata pues su costo inicial de fabricación es medianamente alto, con la posibilidad de recuperar la inversión a corto plazo, además son fáciles de operar y requieren poco mantenimiento, además que este es muy fácil de realizar.

4. DISEÑO DE LA MAQUINA PROPUESTA

En este capítulo el propósito es realizar una puntualización de parámetros que se tienen en cuenta, en cuanto a manufactura y funcionalidad, los cuales son necesarios para su posterior fabricación, igualmente se pretende fijar las variables y sus valores, los cuales intervienen en el ablandamiento de la carne.

4.1 REQUERIMIENTOS

4.1.1 Requerimientos del cliente. Para el diseño y selección de las diferentes piezas mecánicas que conforman la maquina ablandadora de carne, se realizo una investigación en la cual se tienen en cuenta todos y cada uno de los requerimientos solicitados por parte del cliente.

4.1.1.1 Clasificación de requerimientos del cliente. Se procede a asociar todos los requerimientos en subgrupos, según las características y aspectos más relevantes de la maquina.

- ❖ Forma: Introducción vertical de la carne

Tamaño portátil

- ❖ Proceso de Ablandamiento: Capacidad de 200 Kg/h

Operación sencilla de la maquina

Introducción continua o intermitente

Ahorro de tiempo

Presentación visual de la carne

Medidas específicas de la porción de carne

Excelentes características organolépticas.

❖ Vida Útil: Económica

Materiales con alta durabilidad e higiénicos

Fácil mantenimiento

Bajos niveles de ruido

Facilidad en la búsqueda de cualquier repuesto

❖ Seguridad: Protección del operario en la manipulación

Protección del medio ambiente

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL

La maquina ablandadora de carne propuesta, debido a sus dos rodillos dispuestos de forma horizontal y a sus cuchillas puestas sobre toda la superficie de cada uno de los rodillos, hace una gran cantidad de pequeños cortes no invasivos a las fibras musculares y tejido conectivo de la porción de carne, logrando un ablandamiento uniforme sobre toda la superficie de la porción de carne, permitiendo una excelente presentación sin perjudicar alguna de las propiedades organolépticas de la carne.

Las principales características y piezas mecánicas de la ablandadora de carne son:

4.2.1 Clases de materiales de construcción de las piezas de la maquina.

Para cumplir con las exigencias dictaminadas por el INVIMA, en su decreto 1500 del año 2007, se hace uso de materiales no oxidables. Los materiales utilizados son el acero inoxidable AISI 304, es un acero inoxidable austenítico, para cualquier tipo de uso, teniendo una buena resistencia a la corrosión y es soldable.

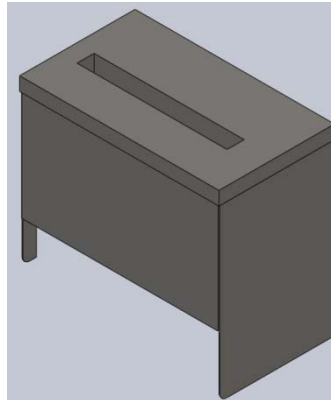
Otro material que se encuentra en contacto directo con la carne el policarbonato moldeado, este material no reacciona químicamente con la carne, este material es inerte. Estos materiales son los más usados para equipos de procesamiento de carne, entre otros.

Para las demás piezas mecánicas que no se encuentran en contacto directo con la carne se utilizaron materiales como la aleación de aluminio para la estructura, ya que puede ser fundido y posee buena maquinabilidad, como también el bronce y el acero inoxidable para los engranajes.

4.2.2 Tolva. La tolva de alimentación mostrada en la Figura 18 tiene forma de buzón con una boquilla separadora vertical. Está ubicada en la parte superior del soporte que sostiene los dos ejes, se fija gracias a la acción de la gravedad que la mantiene ubicada sobre los soportes horizontales. La función de la boquilla y de la tolva en general, es prevenir accidentes en el momento de introducción de la porción de carne, aislando los ejes para que no se presente la posibilidad de contacto con la mano, además el acceso de la carne es más cómodo y fácil de hacer.

Esta construida en acero inoxidable.

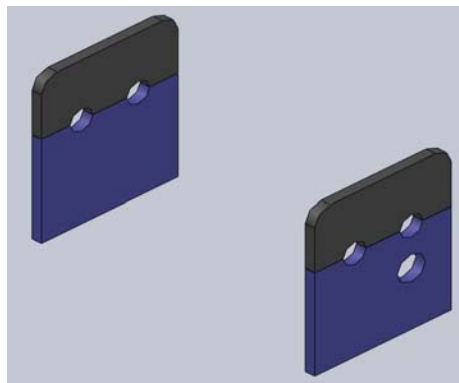
Figura 18. Tolva para introducción de la carne



4.2.3 Soportes. Son los encargados de recibir el peso de los ejes que reposan sobre ellos, como también son los encargados de recibir las diferentes fuerzas generadas tanto por la rotación de los ejes como por el proceso de ablandamiento de la porción de carne. Estos soportes cuentan con un sistema de desarme práctico en la parte superior, que permite la salida de la unidad completa de ablandamiento, como es mostrado en la Figura 19.

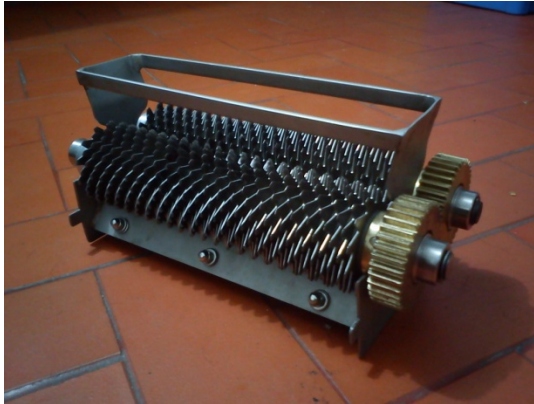
Están construidas en fundición de aluminio.

Figura 19. Soportes de los ejes



4.2.4 Unidad de ablandamiento. La unidad de ablandamiento mostrada en la Figura 20 consta de los dos ejes ablandadores y una canastilla.

Figura 20. Unidad de ablandamiento



4.2.4.1 Ejes ablandadores. Constituyen parte fundamental en el proceso de ablandamiento de la carne. Estos están equipados con cuchillas de acero inoxidable 304 las cuales, están encargados de hacer los múltiples cortes y los ejes están recubiertos con polímero, como se puede observar en la Figura 21.

Figura 21. Eje ablandador



4.2.4.2 Canastilla. Sus funciones principales son hacer que la entrada de la carne permanezca bien guiada, también por medio de ella se pueden extraer de una forma fácil los ejes para su limpieza, además de tener unas peinillas como se muestra en la Figura 22, las cuales no permiten que la carne se quede pegada a los rodillos.

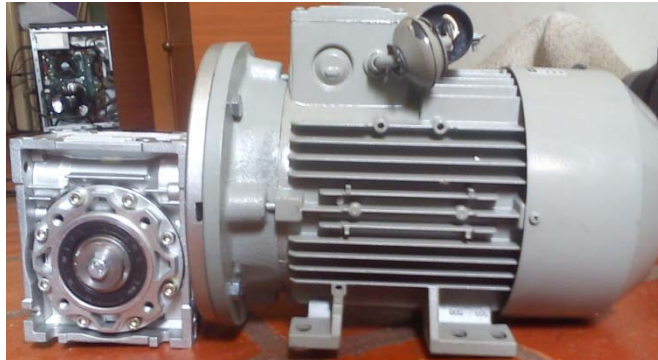
Esta construida en acero inoxidable.

Figura 22. Canastilla guía



4.2.5 Transmisión de Potencia. La potencia es suministrada por un motor eléctrico, por medio de un reductor de velocidad sin fin – corona, que a su vez transmite la potencia por medio de los engranajes que se encuentran en contacto directo, los cuales hacen que los ejes giren de manera solidaria. La razón por la cual se hace uso del reductor de velocidad con dichas especificaciones y de los engranajes, es la distribución del espacio, ya que la maquina debe quedar lo más compacta posible según especificaciones del cliente. Dichas especificaciones se pueden apreciar en la Figura 23.

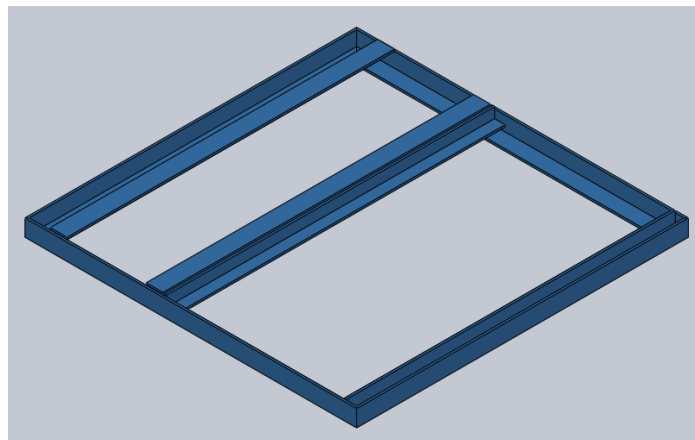
Figura 23. Sistema de transmisión de potencia



4.2.6 Estructura soporte de toda la maquina. Sirve como base de todos los elementos que componen la maquina, unidos por medio de soldadura con unas láminas del mismo material. La estructura mostrada en la Figura 24 está constituida por perfiles en L dispuestos de forma paralela en los cuales reposaran los diferentes componentes de la maquina.

Esta construida en aleación de aluminio.

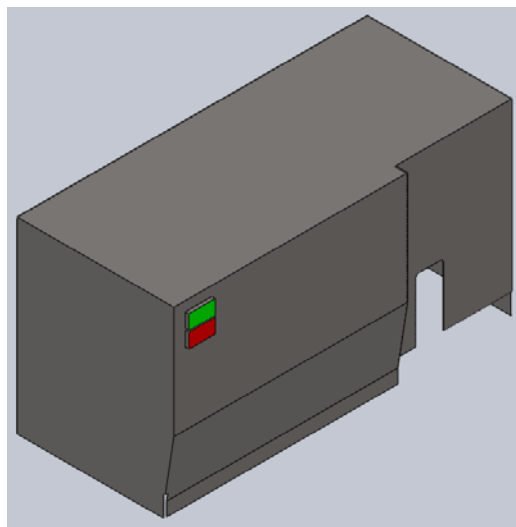
Figura 24. Estructura soporte



4.2.7 Protector del motor. Su función fundamental es proteger al motor de cualquier golpe o salpicadura como se observa en la Figura 25, dándole mayor vida de uso a este.

Esta construido en acero inoxidable.

Figura 25. Protector



4.3 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA

La capacidad de la maquina está determinada por:

- ❖ Requerimientos del cliente.
- ❖ Volumen de cada porción de carne.
- ❖ Modo de alimentación.
- ❖ Velocidad de ablandamiento.

Para establecer las anteriores variables que constituyen la creación de la máquina, se hace una serie de análisis, comparaciones y experimentos para su evaluación.

4.3.1 Requerimientos del cliente. Partiendo de las peticiones hechas por el cliente la capacidad de la maquina depende primordialmente de:

- ❖ Capacidad 200 [Kg/h] = 10/3 [Kg/min].
- ❖ Tamaño de la maquina.

Es fundamental el tamaño de la maquina, ya que se requiere que sea lo más compacta posible de modo que se cumpla con uno de los requerimientos del cliente. Siendo así cualquier pieza mecánica que se fabrique siempre estará condicionada al requerimiento del tamaño.

En ese orden de ideas se diseñara el sistema de transmisión de potencia por medio de engranajes rectos ya que estos hacen que la maquina quede lo más compacta posible.

Para efectos de comodidad en la construcción se opta por fabricar ejes con un recubrimiento de polímero (policarbonato extruido), el cual queda con un diámetro de 3,44 cm, teniendo en cuenta el posible diámetro del eje principal de acero inoxidable, y teniendo en cuenta que debe haber una distancia de 2 cm entre cada una de las superficies.

$$\phi_{\text{policarbonato}} = 3,44 \text{ cm}$$

4.3.2 Volumen de cada porción de carne. Según una encuesta hecha en varios restaurantes y carnicerías el tamaño promedio más común ofertado es:

- ❖ El volumen promedio encuestado de cada porción de carne generalmente tiene una longitud promedio entre [12 – 25] cm, un ancho promedio entre [10 - 15] cm y un espesor promedio entre [1 – 2] cm.

Con estas dimensiones se parte para dar dimensiones tanto a la unidad ablandadora como a la tolva también.

Se opta por dar una dimensión de 21 cm de ancho máximo que deben tener las porciones de carne, así como se le darán 2 cm de espesor (caso más crítico).

4.3.2.1 Propiedades físicas de la carne¹³. Según las dimensiones comerciales de la carne, se obtuvieron valores máximos para las porciones de carne teniendo en cuenta que la maquina no llegue a ser grande.

La carne de ganado bovino como se observo anteriormente (Tabla 4), cuenta con diferentes músculos los cuales tienen diferentes densidades. Según esto se dará un valor de densidad promedio a la carne, dependiendo de sus características de dureza. Siendo así:

$$\rho_{\text{Mortillo}} = 950 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{Filete}} = 1202 \text{ Kg/m}^3$$

Así obtenemos:

$$\rho_{\text{Promedio}} = \frac{1202 + 950}{2} = 1076 \text{ Kg/m}^3$$

4.3.3 Modos de alimentación. La capacidad requerida se cumplirá principalmente con la disposición de la tolva de forma vertical, ya que este permite

¹³ NATIONAL LIVESTOCK AND MEAT BOARD, www.livestocksupport.co.uk.

al operador más comodidad y seguridad en la introducción de las porciones de carne. Según esta disposición la introducción de las porciones de carne puede ser.

- ❖ Continua.
- ❖ Intermittente.

Se tendrá en cuenta primordialmente la introducción de carne intermitente ya que en esta es donde hay más consumo de tiempo, siendo el caso más crítico y por medio del cual se dará una velocidad de rotación de los ejes.

4.3.4 Velocidad de ablandamiento. La relación de velocidad afecta directamente la calidad de la carne, a velocidades muy altas los cortes llegan a desgarrar la carne, igualmente las altas velocidades generan peligro en el proceso de alimentación, ya que la porción de carne es jalada por los rodillos con una alta fuerza, lo cual hace que el operario se lastime la mano. Por el contrario si la velocidad es muy baja, el tiempo de ablandamiento es mayor, ocasionando un alto consumo de energía innecesario, por ende pérdidas económicas y que no se cumpla el requerimiento de capacidad solicitado por el cliente.

En la determinación de la velocidad de ablandamiento, principalmente se tienen en cuenta la seguridad en el proceso de alimentación, el cumplimiento de los requerimientos de capacidad y teniendo en cuenta el tiempo que le toma al operario introducir la porción de carne. La relación de velocidad también está determinada por el tamaño de la maquina, ya que esta debe ser compacta.

4.3.4.1 Con respecto a la capacidad a cumplir:

- ❖ Si la porción de carne es pequeña requiere menor torque y mayor velocidad.

- ❖ Si la porción de carne es grande requiere mayor torque y menor velocidad.
- ❖ Si la porción de carne tiene menor grasa y mayor terneza la densidad es mayor o por el contrario si la grasa es mayor y la terneza es baja la densidad será menor.

4.3.4.2 Con respecto a tipo de relación de velocidades. En este análisis de velocidad también se debe tener en cuenta la relación de velocidades ya que los motores vienen comercialmente con unas velocidades establecidas.

Para este caso debido a que la maquina es portátil, la manera más optima para hacer la relación de velocidad en poco espacio, es por medio de un reductor de velocidad sin fin – corona y que por supuesto la relación no sea muy grande.

Ahora partiendo de las dimensiones promedio que puede tener la porción de carne y de las propiedades físicas, se procede a calcular la longitud total que se requiere para cumplir con la capacidad establecida, entonces:

- ❖ Ancho máximo es de 21 cm y el mínimo es cero por lo tanto se escogerá un promedio, siendo 11 cm.
- ❖ Espesor máximo de la carne es de 2 cm y el mínimo de cero por lo tanto se escogerá un promedio, siendo 1 cm

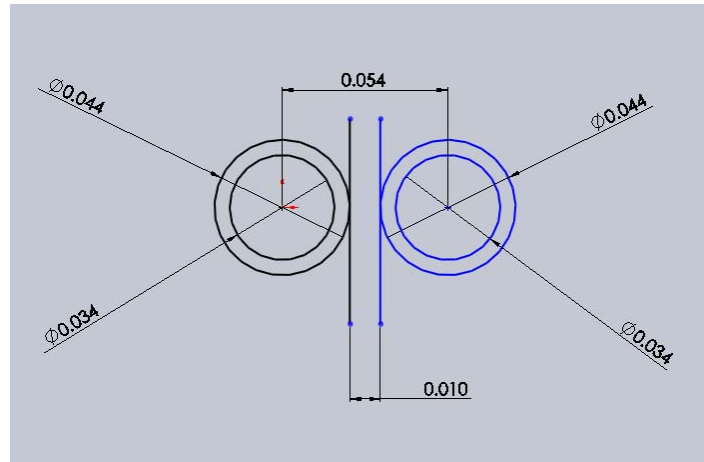
$$\rho = \frac{m}{V} = 1076 \text{ Kg/m}^3 = \frac{10/3 \text{ Kg/min}}{\text{ancho} * \text{larg}o * \text{espesor}} = \frac{10/3 \text{ Kg/min}}{0.11 \text{ m} * L * 0.01 \text{ m}}$$

Despejo L:

$$L_{\text{capacidad}} = 3,1 \text{ m/min}$$

Según este valor de longitud, y el valor del diámetro del polímero mostrado en la Figura 26, se calcula el número de revoluciones que deben tener los ejes para cumplir con la capacidad.

Figura 26. Distancia entre ejes



- ❖ Valor de revoluciones requeridas para introducción continua:

$$L_{\text{Circunferencia}} = 2 * \pi * \frac{\phi_{\text{Pase}}}{2} = 2 * \pi * \frac{0,0344 + (0,005 * 2)}{2} = 0,1394 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ giro} & 0,1394 \text{ m} \\ \# \text{ giros} & 3,1 \text{ m/min} \end{aligned}$$

$$\# \text{ giros} = 22,21 \text{ rpm} \approx 23 \text{ rpm}$$

- ❖ Valor de revoluciones requeridas para introducción continua:

Siendo la longitud comercial de 25 cm de la porción de carne, tenemos que el número de porciones es:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ porción} \quad 0,25 \text{ m} \\ \# \text{ porciones} \quad 3,1 \text{ m}/\text{min} \end{array}$$

$$\# \text{ porciones} = 12,4 \text{ porciones}/\text{min} \cong 13 \text{ porciones}/\text{min}$$

$$\# \text{ gtros} \cong 23 \text{ rpm}$$

Sin tener en cuenta el tiempo requerido en la introducción de cada porción.

El peso de la carne ablandada por minuto es de:

Volumen:

$$V = 0,25 * 0,1 * 0,01 = 0,00025 \text{ m}^3$$

Masa ablandada por minuto:

$$m_{\text{ablandada}} = 13 * (\rho * V) = 13 * (1076 * 0,00025) = 3,5 \text{ Kg}$$

Ahora, teniendo en cuenta el tiempo de introducción de carne hallado según pruebas hechas se determino que el tiempo promedio de introducción de cada porción de carne es de 3 segundos. Entonces para 13 porciones el tiempo de carga seria 39 segundos a lo cual el ablandamiento de las trece porciones deberá ser hecho en un tiempo de 21 segundos.

$$23 \text{ gtros en } 21 \text{ seg}$$

Entonces 1 giro se haría en 0.913 segundos, el número de giros sería:

#giros \approx 66rpm

Siendo una cantidad de 744 porciones por hora, tenemos de esta forma un tiempo total de carga de 2232 segundos.

Teniendo en cuenta el tiempo de carga y la seguridad del operario en el momento de carga, se halló por medio de pruebas el número de revoluciones apropiado como se muestra en la Figura 27.

92 rpm

Figura 27. Pruebas de velocidad



5. CALCULOS DE INGENIERIA

5.1 POTENCIA DEL MOTOR

La potencia requerida necesaria para impulsar los rodillos es baja, si se tiene en cuenta que se tienen que ablandar 3,4 kg/min (0.056 Kg/s) y que la carne genera una determinada fuerza de corte.

La potencia no es necesario determinarla para el arranque ya que es el momento en el cual se acciona la maquina y justo ahí no hay carga de carne.

$$Pot = \frac{T * \#giros}{9.55}$$

Los parámetros que intervienen son:

T= Par torsional necesario para ablandar la carne con los dos ejes

#giros=velocidad angular de los ejes

Para saber el torque con el cual se va a ablandar la carne, se hace una investigación en la literatura, en la cual se hallan los métodos y valores de corte de la carne, además de hacer un análisis de geometría de cada uno de los elementos mecánicos.

5.1.1 RESISTENCIA AL CORTE DE LA CARNE SEGÚN LA CLASIFICACIÓN WARNER BRATZLER¹⁴¹⁵. La calidad de la carne es una combinación adecuada de los atributos de ternera, jugosidad, sabor y color; en la actualidad la industria cárnica paga más por cortes de alta calidad que aseguren, de esta forma la satisfacción del consumidor.

Los factores que determinan la calidad de la carne están representados por características organolépticas o sensoriales, el valor nutricional y las condiciones higiénico-sanitarias. Siendo la ternera la característica más importante para la aceptación del consumidor, esta ternera es definida como la dificultad o facilidad con la que se puede masticar.

La ternera depende de los siguientes factores:

- ❖ Degradación de la fibra muscular.
- ❖ Estado contráctil del musculo.
- ❖ Cantidad de tejido conectivo.
- ❖ Marmóreo o cantidad de grasa intramuscular.
- ❖ Manejo Post-Mortem de la carne (refrigeración).

Dentro de los métodos de determinación de la ternera de la carne se encuentran los de apreciación objetiva y los de apreciación subjetiva.

Siendo usados primordialmente para este trabajo de grado estos dos métodos, la valoración objetiva es la más exacta, esta consiste en predecir un valor de ternera de manera cuantitativa por medio de métodos entre los cuales se encuentra la técnica Warner-Bratzler.

La técnica Warner-Bratzler es un método directo mediante el cual una cuchilla metálica de 1mm de espesor, provista de un orificio triangular con un ángulo de

¹⁴ Factores Asociados con la Calidad de la Carne, Revista CORPOICA, (Vasquez, Ballesteros, & Muñoz, 2007, págs. 60,61)

¹⁵ Ranking of Beef Muscles for Tenderness, Revista Cattlemen's Beef, (Calkins & Sullivan, 2007, págs. 2,3)

60°, mide la resistencia que opone la carne a ser cortada, la cual se expresa como “Fuerza de Corte” y cuyas unidades se dan en [Lbf] o [Kgf], indicando por ende que a mayor fuerza de corte hay menor terniza en la carne.

Los consumidores a menudo preguntan acerca de la clasificación de la terniza de cada uno de los cortes. A través de muchos años, los científicos han hecho estudios que han incluido pocos cortes de muy pocas razas.

Según la literatura consultada la cual contenía datos de investigaciones recopiladas de 58 artículos de muchas instituciones, estos estudios abarcaron una gran variedad de protocolos tales como, edad, raza y género entre otras.

Los resultados de dichas investigaciones demostraban que el análisis hecho a pocos músculos y pocas razas no daría la perspectiva necesaria para promediar las diferencias de los resultados obtenidos en cada uno de los artículos. La raza Bos Indicus y el ganado con edades muy avanzadas arrojaban valores de terniza muy bajos es decir, los cortes del ganado analizado eran muy duros.

Debido a estas diferencias tan notorias, este trabajo de grado se basara en artículos donde se colocaran restricciones para determinar la clasificación general de la terniza en el ganado bovino. La selección se basa en el ganado bovino existente en el mercado Colombiano.

Estudios aceptables incluyeron ganado con edades no mayores a 30 meses, se excluyo el ganado puro Bos Indicus pero los cruces fueron permitidos. Finalmente fueron tenidos en cuenta los artículos que cumplían con estas condiciones para hacer la clasificación de la terniza de la carne de ganado bovino según el método Warner Bratzler.

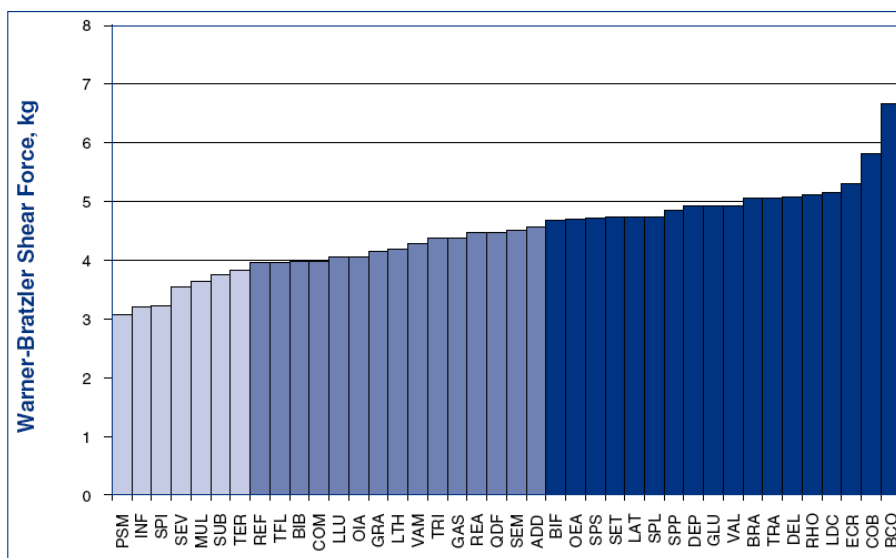
A continuación se mostraran en la Tabla 5 los valores de fuerza al corte y su respectiva clasificación de dureza para cada valor, además en la Figura 28 se ve un respectivo valor de fuerza para cada parte del ganado bovino.

Tabla 5. Clasificación de la dureza de la carne según Warner Bratzler y preparación

CLASIFICACIÓN DUREZA WARNER BRATZLER	VALOR DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA CARNE [Kgf]	ALTERNATIVAS DE PREPARACIÓN	
Tierna	< 3,9 Kgf	Uso principal: Asar.	Usos secundarios: Freír, Plancha, Hornear.
Dura	Rango [3,9 Kgf < x < 4,6 Kgf]	Uso principal: Freír.	Usos secundarios: Asar, Sudar, Hornear, Rellenar.
Extremadamente Dura	> 4,6 Kgf	Uso principal: Estofar (Gulasch o Desmechada).	Usos secundarios: Moler.

Fuente: Ranking of Beef Muscles for Tenderness (Calkins & Sullivan, 2007, pág. 3)

Figura 28. Clasificación de los músculos según su ternera, basados en los valores de fuerza de corte Warner Bratzler



Fuente: Ranking of Beef Muscles for Tenderness (Calkins & Sullivan, 2007, pág. 3)

Debido a los requerimientos del cliente se tomara como valor Warner – Bratzler de corte:

4,6 Kgf

#

Si se tienen en cuenta valores más altos:

- ❖ Se estaría desperdiciando dinero en la manufactura de la maquina.
- ❖ Para valores superiores, los usos son para cocinar o moler, a lo cual sería innecesario ablandarla con esta máquina, ya que el proceso de cocción hace dicha tarea.
- ❖ En pruebas subjetivas hechas con varias personas se encontró que las carnes con alta dureza que son asadas o freídas, su aroma y su sabor son casi nulos, además su textura no tiene consistencia y la mordida es muy difícil.

5.2 DIENTES ABLANDADORES¹⁶¹⁷

La geometría de los dientes se genera bajo las características dictaminadas en el método de corte de carne Warner – Bratzler.

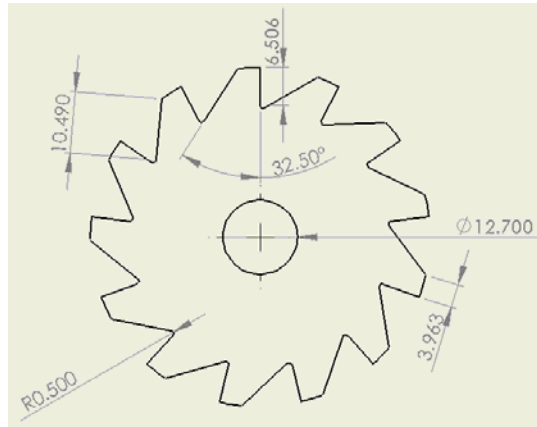
Siendo el espesor de los dientes de 1 mm y que la cuchilla forme un ángulo de 30° con respecto la vertical.

¹⁶ Factores Asociados con la Calidad de la Carne, Revista CORPOICA, (Vasquez, Ballesteros, & Muñoz, 2007, págs. 60,61)

¹⁷ Ranking of Beef Muscles for Tenderness, Revista Cattlemen's Beef, (Calkins & Sullivan, 2007, págs. 2,3)

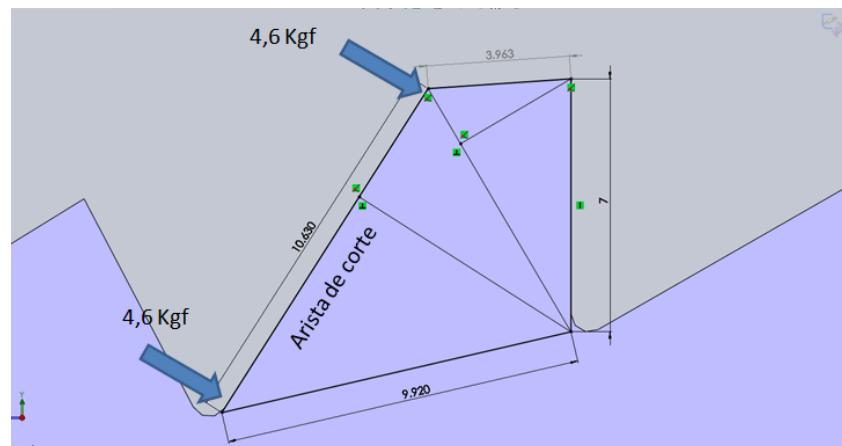
Según el diámetro de policarbonato la distribución y número de dientes queda como se muestra en la Figura 29:

Figura 29. Distribución de la rueda ablandadora



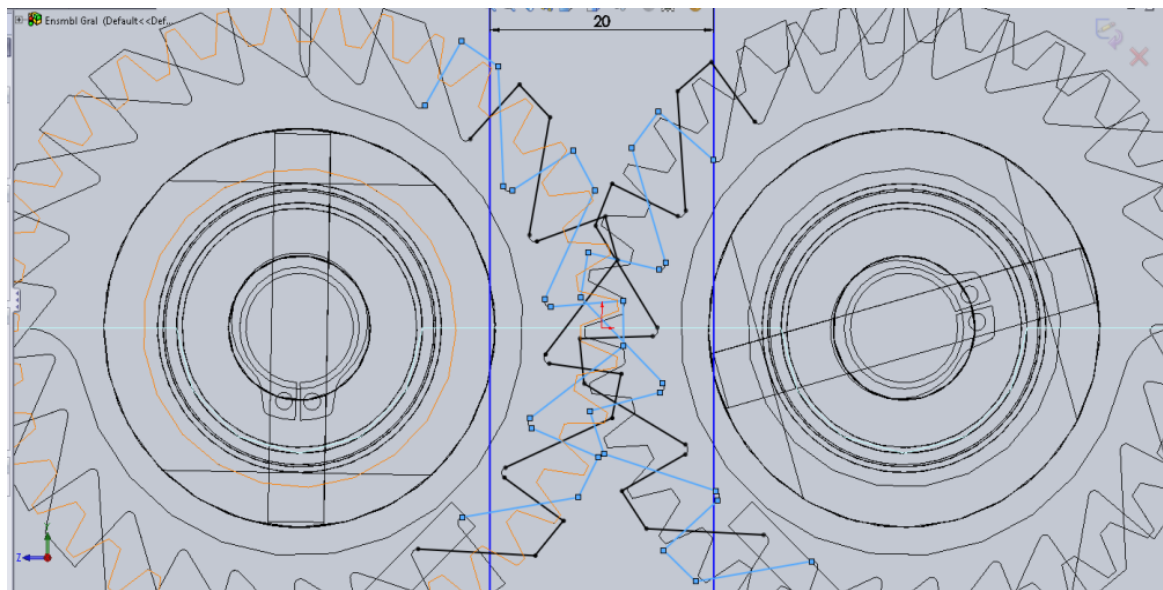
Las fuerzas Warner – Bratzler generadas por la carne que atacan los dientes ablandadores se sitúan sobre la arista de corte. La geometría mostrada en la Figura 30 con la cual se crea el diente, parte de las condiciones dadas por el método de corte mencionado anteriormente.

Figura 30. Diente ablandador geometría y fuerzas



El numero de dientes que se encuentran haciendo corte a la carne depende de la geometría formada por el espesor de esta. El caso más crítico para la maquina se presenta para un espesor máximo de 2 cm, como se observa en la Figura 31:

Figura 31. Numero de dientes en corte (Caso más crítico)



Una vez el diente cruza la línea central de los ejes, justo en ese momento el diente ablandador deja de hacer fuerza de corte, porque es ahí donde alcanza su máxima penetración al espesor de la porción de carne.

Según la geometría son 2 los dientes que se encuentran siempre haciendo el corte a la porción de carne en cada rueda ablandadora. El número de ruedas es de 43, este número de ruedas surge de la distancia dada para un ancho máximo de la carne de 21 cm. Cada una de las ruedas ablandadoras esta puesta de manera equidistante.

La fuerza resultante para el caso más crítico es:

$$F_{\text{resultante eje 1}} = F_{\text{resultante eje 2}} = \#ruedas * \#dientes \text{ en corte} * 4,6 \text{ Kgf}$$

$$= 395 \text{ Kgf} = 3871 \text{ New}$$

$$\text{Altura diente ablandador} = 7 \text{ mm} = 0,007 \text{ m}$$

$$\text{Torque}_{\text{resultante eje 1}} = \text{Torque}_{\text{resultante eje 2}}$$

$$= F_{\text{resultante eje}} * (\text{altura diente ablandador}) = 27 \text{ N} - \text{m}$$

5.3 ENGRANAJES¹⁸

Según la restricción de la distancia entre ejes (Figura 26) y de la fuerza resultante que ataca el diente del engranaje, se parte de estos valores los cuales serán los parámetros para seguir los pasos de diseño del Diseño de Elementos de Maquinas, Mott, cuyas disposiciones finales serán mostradas en las Figuras 32 y 33, junto con los respectivos resultados geométricos, de la siguiente forma:

5.3.1 Coronas. Hechas en bronce, recomendado según libro de Mott.

$$L_{\text{entre ejes}} = D_p c = 54 \text{ mm}$$

$$D_p c = 57 \text{ mm}$$

$$N_{\text{dientes } c} = 36$$

angulo de preston 20°

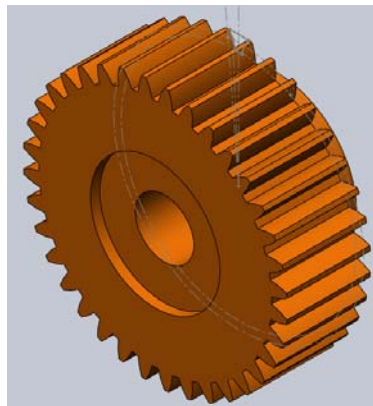
¹⁸DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, Cuarta Edición, (Mott, 2006)

$$m = \frac{D_g c}{N_{\text{dientes}} c + Z} = 1,5$$

$$C = \frac{D_g c + D_g p}{2} = 41,25 \text{ mm}$$

$$\# \text{giras}_c = 92 \text{ rpm}$$

Figura 32. Corona



La fuerza neta en los dientes de cada una de las coronas es:

$$F_{\text{neto } cc} = \frac{\text{Torque}_{\text{resultante eje}}}{\frac{D_g c}{2}} = 1000 \text{ New}$$

Valor de la corona conducida.

$$F_{\text{neto } cf} = \frac{2 * \text{Torque}_{\text{resultante eje}}}{\frac{D_g c}{2}} = 2000 \text{ New}$$

Valor de la corona conductora.

5.3.2 Piñón. Hechas en acero inoxidable, recomendado según libro Mott y por norma INVIMA.

$$D_{ep} = 28,5 \text{ mm}$$

$$D_{ep} = 31,5 \text{ mm}$$

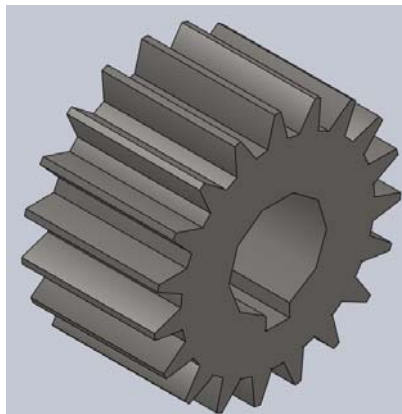
$$N_{\text{dientes}p} = 19$$

ángulo de presión 20°

$$m = \frac{D_{ep}}{N_{\text{dientes}p} + 2} = 1,5$$

$$\# \text{gros}_g = 92 \text{ rpm} \times \left(\frac{26}{19}\right) = 124 \text{ rpm}$$

Figura 33. Piñón



La fuerza transmitida de la corona conductora al piñón está dada de la siguiente forma:

$$F_{\text{neto}P} = 2 * F_{\text{neto}CC} = 2000 \text{ New}$$

El torque neto que debe ejercer el piñón es:

$$T_{\text{neto}P} = F_{\text{neto}P} * \left(\frac{D_P}{2}\right) = 28,5 \text{ New} - m = 252 \text{ lbf} - \text{in}$$

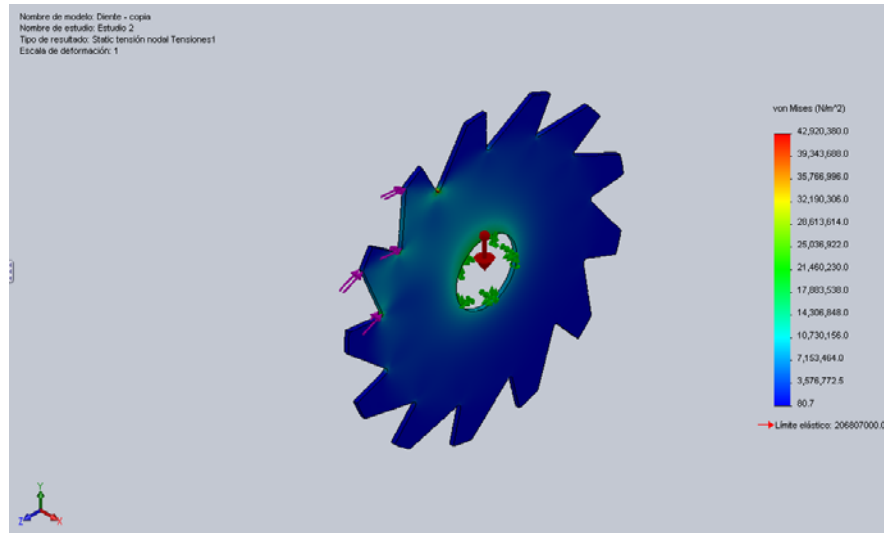
Y la potencia requerida al eje del piñón es:

$$Pot_{\text{neto}P} = T_{\text{neto}P} * \frac{\# \text{giros}_P}{63000} = 0.69 \text{ Hp}$$

5.4 ANALISIS CAE

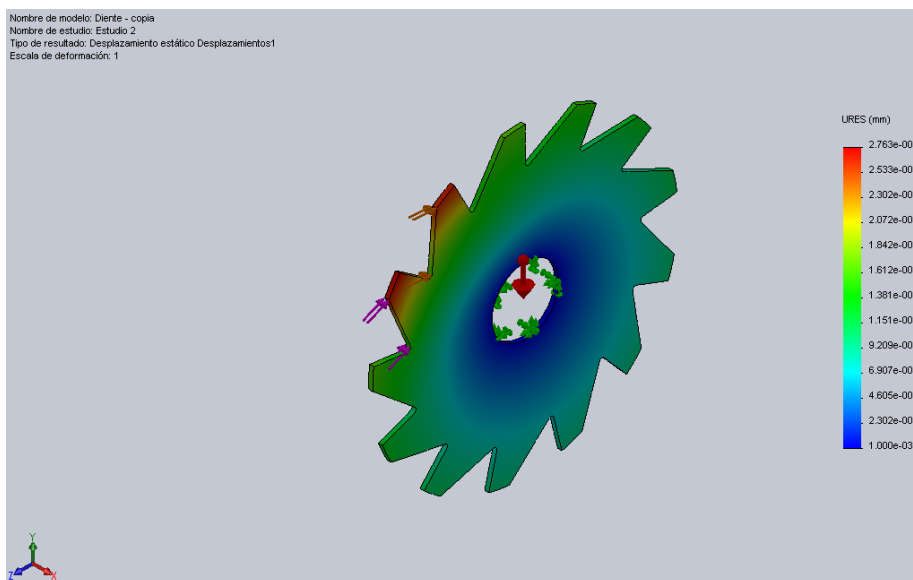
5.4.1 Análisis rueda ablandadora. En las Figuras 34, 35 y 36 se verificara esfuerzo, desplazamiento y factor de seguridad respectivamente. La escala manejada en resultados va desde una totalidad azul oscuro (zona más segura) hasta una tonalidad roja. El mallado es con elementos sólidos tetraédricos.

Figura 34. Esfuerzo estático rueda ablandadora



El máximo valor de esfuerzo al que es sometida la rueda ablandadora bajo carga es 42,92 Mpa. El esfuerzo de fluencia del material Acero Inoxidable 304 es 207 Mpa lo cual garantiza que la pieza no fallara con las cargas aplicadas.

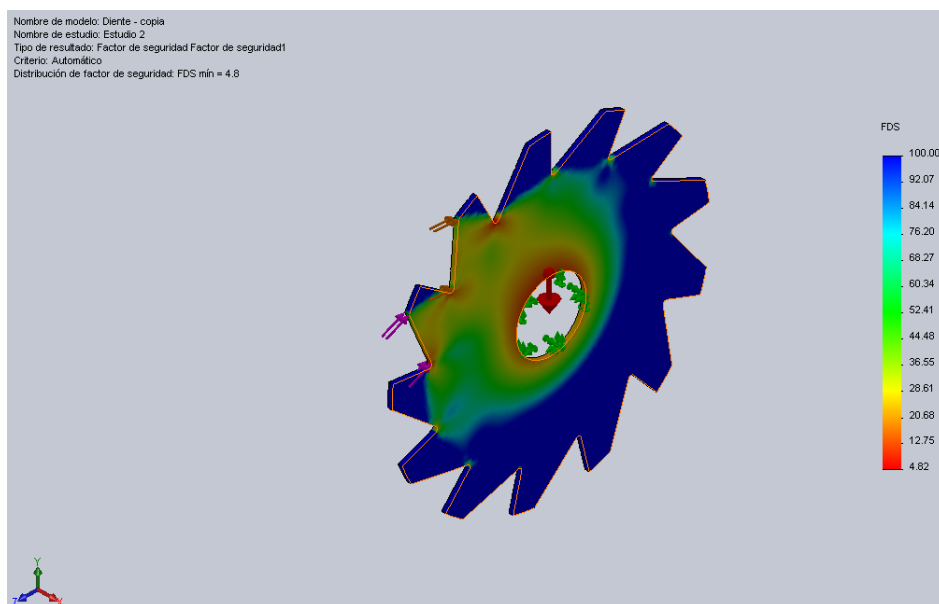
Figura 35. Desplazamiento rueda ablandadora



En el estudio de deformaciones se obtiene un valor de 2.763×10^{-3} mm, esta deformación es muy baja garantizando el diseño.

Para la verificación de diseño se emplea el criterio de von mises, se utiliza para materiales dúctiles. La distribución del factor de seguridad se ve en la (figura 36) donde se obtiene 4.82 como mínimo, lo cual garantiza confiabilidad en los dientes de la rueda ablandadora.

Figura 36. Factor de seguridad rueda ablandadora



5.4.2 Análisis eje principal. Ambos ejes donde se montaran las ruedas ablandadoras y los separadores de policarbonato, el eje es de acero inoxidable 304 y no tiene cambios de sección.

Aunque los ejes son iguales es el conductor el que se analizara, debido a que este es el más crítico de los dos, ya que tiene un momento torsor adicional proveniente del motorreductor. Los resultados obtenidos de los siguientes cálculos son plasmados en las Figuras 37, 38 y 39.

- ❖ Fuerzas actuantes: El motorreductor entrega al piñón un torque de 28,5 N-m, el cual a su vez transmite a la corona un torque de 54 N-m, este torque es el que producen las 43 ruedas de los dos ejes necesarias para ablandar la carne.

En la corona:

$$F_{\text{neta cf}} = 2000 \text{ Nsw}$$

$$F_{x,c} = 2000 * \sin 32,5 = 1074,6 \text{ N}$$

$$F_{y,c} = 2000 * \cos 32,5 = 1686,8 \text{ N}$$

Fuerzas resultantes generadas por los 43 dientes:

$$F_{x,43 \text{ ruedas}} = 48,44 * 43 = 3268 \text{ N}$$

$$F_{y,43 \text{ ruedas}} = 2000 * 43 = 2082,92 \text{ N}$$

En estos ejes no se generan fuerzas axiales.

El torque en el eje es de 54 N-m

Figura 37. Diagrama general

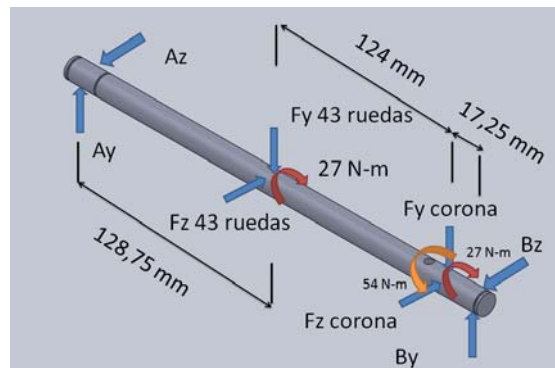
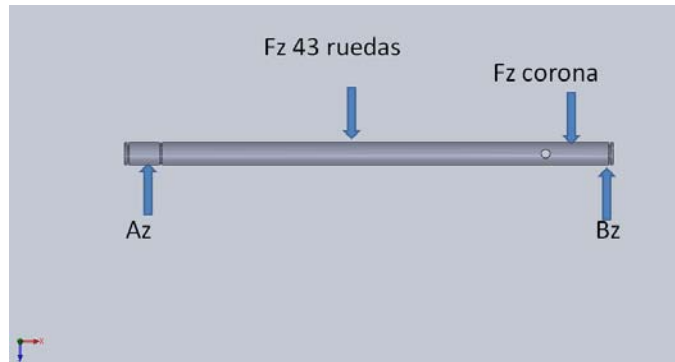


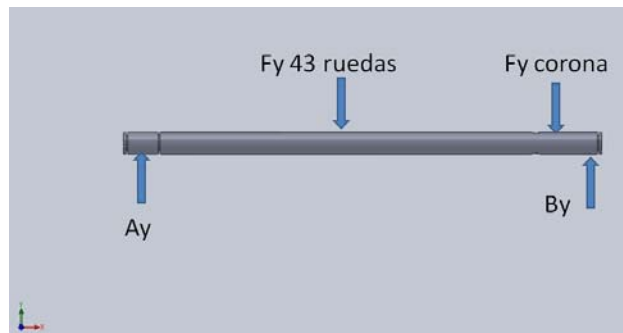
Figura 38. Plano z-x



$$B_z = 3137,4 \text{ N}$$

$$A_z = 1817,4 \text{ N}$$

Figura 39. Plano y-x



$$A_y = 3170,2 \text{ N}$$

$$B_y = -12,7 \text{ N}$$

Siendo de esta forma suficiente tener un eje de acero inoxidable 304 de ½” de diámetro, además no es necesario ponerle rodamientos, con estas fuerzas en los apoyos podemos maquinar en acero inoxidable unos bujes y de esta forma queda totalmente diseñada la maquina.

5.5 SELECCIÓN

5.5.1 Reductor y Motor. El reductor se selecciona según la potencia de entrada que es la que le llega del motor y la potencia de salida que es la del eje del piñón.

Según el espacio que tenemos disponible para montar el reductor, se escoge una relación de 10:1, además que la velocidad del motor requerida, comercialmente existe.

Para este cálculo se empleara el catalogo de la empresa Tecnotrans en el cual están todos los valores de las dimensiones tanto del tornillo sin fin como de la corona.

Por último sabiendo el valor del torque de salida del reductor sabemos, cuál es el valor del torque de entrada del reductor, siendo este el mismo que solicitamos del motor eléctrico. Se selecciono un motor Siemens, cerrado tamaño 90 de ¾ Hp.

$$T_{\text{reductor}} = 26,5 \text{ New} - m = 252 \text{ lbf} - \text{in}$$

$$T_{\text{requerido motor}} = 252 \text{ lbf} - \text{in} / 10 = 25,2 \text{ lbf} - \text{in} = 2,847 \text{ New} - m$$

Siendo,

$$2,847 \text{ New} - m < 3,1 \text{ New} - m$$

Por lo tanto el motor y el reductor se seleccionaron correctamente, como se puede corroborar en las respectivas Figuras 40, 41 y 42.

Figura 40. Motor y reductor parte A

TECNOTRANS LTDA
 Nit: 830018307-6

Bogotá D.C., 04 de Noviembre de 2011

Señores
 PEDRO PABLO DUARTE VEGA
 Ciudad

Ref. FICHA TECNICA

Moto Reductores y Variadores de Velocidad

MOTOR MARCA SIEMENS	
POTENCIA	0.75HP
VELOCIDAD	1800 RPM
PROTECCION	IP55
VOLTAJE	110/220 V
AMPERAJE	10.5 amp
TAMANO CONSTRUCTIVO	90

Frenos Electromagnéticos

Sistemas de Izaje para Compuertas

REDUCTOR SINFIN CORONA	
CARCAZA	En aluminio
SINFIN	Material: 86-20 con tratamiento termico
CORONA	En Bronce al aluminio
EJE CENTRAL	En acero 1020
RODAMIENTOS SINFIN	18108=1 46204=1
RODAMIENTOS EJE CORONA	108 = 2
RETENES SINFIN	30X47XV=1
RETENES CORONA	40X82X=2

Sistemas para Ascensores de Carga

CARACTERISTICAS DE DISEÑO

DISTANCIA ENTRE CENTROS	50mm
-------------------------	------

• SINFIN

Tornillos Sinfin

DIAMETRO EXTERIOR	27.5mm
DIAMETRO PRIMITIVO	22.5mm
MODULO	2.5
NUMERO DE ENTRADAS	3
INCLINACION DE LA HELICE	19.02°
ANGULO DE PRESION	20°

Piñonería Mecanizados

PASO	7.854
PASO REAL	23.552
ALTURA DEL DIENTE	5.4mm
ALTURA DE CABEZA	2.5mm
ALTURA DE RAIZ	2.3mm


Cra. 32A No. 6A - 42 • PBX: 201 43 01 • Telefax: 277 59 74 • Página web: www.tecnotransltda.com
 Email: ventas@tecnotransltda.com • Bogotá, D.C. - Colombia

Figura 41. Motor y reductor parte B

TECNOTRANS LTDA

Nit: 830018307-6

CORONA



DIAMETRO EXTERIOR	82.5mm
DIAMETRO PRIMITIVO	77.5mm
DIAMETRO TOTAL	83.5mm
DIAMETRO INTERIOR	71.7mm
ALTURA DEL DIENTE	5.4mm
INCLINACION DE LA HELICE	19.02°
ANGULO DE PRESION	20°
NUMERO DE DIENTES	31

Moto Reductores y Variadores de Velocidad

MEDIDAS EXTERNAS

Hoja anexa

Frenos Electromagnéticos

Figura 42. Selección Motor Siemens

Tamaño constructivo 90

Tipo	Potencia (HP)	Velocidad nominal (RPM)	Eficiencia (%)	Factor de servicio	Factor de potencia	Torque nominal (Nm)	Voltaje (V)	Corriente nominal (A)	Corriente de arranque (A)	Peso neto (Kg)	Condensador arranque (µF)	No. de depósito
3600 RPM												
1LF7 091-2YD90	1	3530	73.5	1.4	0.70	2.01	115/230	12.6 / 6.3	5.1In	12.8	340-408	01169
1LF7 093-2YD90	1,5	3460	64.8	1.3	0.79	3.06	115/230	19.0 / 9.5	5.4In	12.8	540-648	01634
1LF7 094-2YD90	2	3470	62.4	1.15	0.77	4.1	115/230	27.0 / 13.5	4.0In	14.2	540-648	01170
1LF3 095-2YA90	3	3500	77.2	1.15	0.89	6.11	230	14.8	5.3In	17.5	25/161-193	01171
1800 RPM												
1LF7 091-4YD90	0,75	1715	66.6	1.15	0.73	3.1	115/230	10.0 / 5.0	4.6In	12.4	340/408	01174
1LF7 093-4YD90	1	1700	57.6	1.15	0.75	4.12	115/230	15.0 / 7.5	4.9In	15.0	216/259	01175
1LF7 094-4YD90	1,5	1680	62.1	1.15	0.78	6.29	115/230	21.0 / 10.5	5.0In	15.0	340/408	01176
1LF3 095-4YE50	2	1715	79.3	1.15	0.95	8.31	230	9.0	6.2In	16.5	340/408	01177
1LF3 095-4YD40	2	1720	67,5	1.15	0,80	8,3	115	24	4,29In	16,5	540/648	01178

6. CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de la maquina se tuvo en cuenta el ahorro económico en la adquisición de partes de la maquina en el centro de Bucaramanga, además de conseguir de una manera un poco más fácil la maquinaria para los procesos de manufactura.

En la tabla 6 se especifica cada uno de los procesos de manufactura a los cuales fueron sometidas las piezas de la maquina.

Tabla 6. Procesos de manufactura de cada elemento de la maquina

N°	Piezas	Cantidad	Material	Descripción				
				Torneado	Fresado	Taladrado	Soldadura	Fundición
1	Ejes	2	Inox.304	o	o	o	o	
2	Soporte de la maquina	1	Aluminio				o	
3	Bases de os ejes	2	Aluminio fundido					o
4	Láminas de protección	1	Inox. 304			o		
5	Estructura (Soporte). Perfil L	8	Aluminio					
6	Bujes-eje	4	Inox. 304	o	o			
7	Tolva	1	Inox. 304				o	
8	Retenedores eje	4	Inox. 304	o		o		
9	Tornillos	24	Inox. 304					
10	Arandelas	24	Inox. 304					
11	Tuercas	12	Inox. 304					
12	Reductor	1	Fundición					
13	Motor ¾ Hp Norma Nema	1						
14	Canastilla	1	Inox. 304				o	o

6.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

6.1.1 Elementos Fundidos: La fundición en arena consiste en colar un metal fundido (Aluminio) en un molde hueco de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida.

Las bases de los ejes se hacen por el proceso tradicional de fundición en arena.

En la Figura 43 se observan las piezas a fundir, las cuales no deben tener tolerancias muy estrechas, ya que se debe tener en consideración que un material al enfriarse se contrae por lo que los modelos deberán ser más grandes que las medidas finales que se esperan obtener.

Figura 43. Fundición



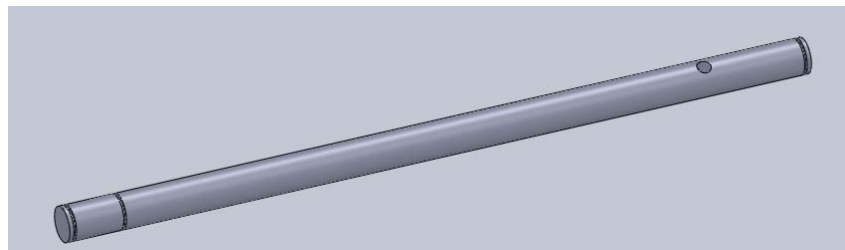
Después de obtener las piezas fundidas es necesario realizar un acabado de las superficies generadas, aunque el modelo se aproxima mucho, se logra puliendo o quitando algún material de las piezas producidas en el torno, como se muestra en la Figura 44.

Figura 44. Maquinado bases de los ejes



6.1.2 Ejes: Los ejes se maquinan en su totalidad en el torno. Se parte de un perfil cuadrado de Acero Inoxidable 304, se efectúa desbaste sucesivo. Se le da buen acabado con alta velocidad y poca profundidad. En la Figura 45 se observan las disposiciones finales de fabricación del eje.

Figura 45. Eje



6.1.3 Base: Se emplean perfiles en L de aleación de aluminio, a los cuales se les solda para que queden todos los perfiles como un todo. Como se puede observar en la Figura 46, el tipo de soldadura para este tipo de material con un espesor de

1/8" es, la soldadura autógena, con adición de material (aluminio), ya que con la soldadura eléctrica se fundían las partes y se perdía la resistencia de la estructura.

Figura 46. Soldadura de la base

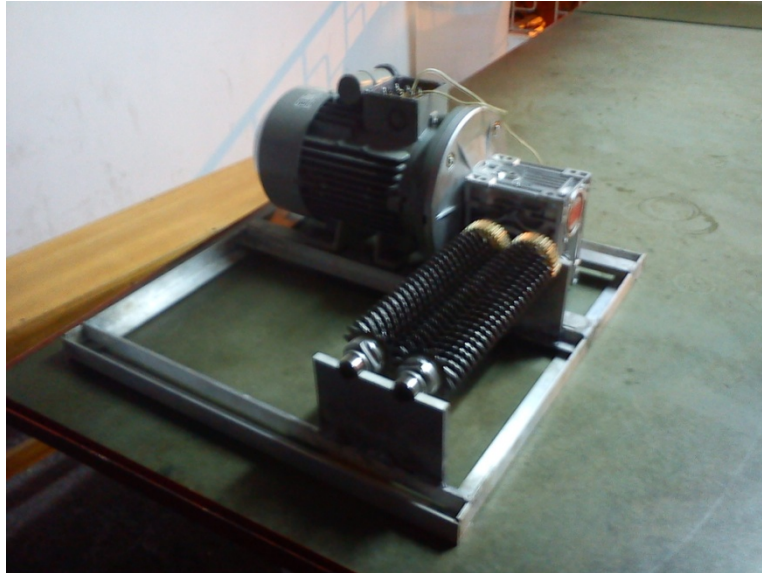


6.1.4 Unidad ablandadora: Las ruedas ablandadoras se soldan al eje de acero inoxidable y después el policarbonato se pone sobre toda la superficie del eje de acero por el método de extrusión y entre los espacios de cada una de las ruedas ablandadoras. Se ajusta en cada eje su respectiva corona la cual va asegurada con un perno, por último se maquinan los bujes hechos en acero inoxidable, los cuales sostienen los ejes, así como se aprecia en la Figura 47.

No es necesario diseñar rodamientos para sostener los ejes por las siguientes razones:

- ❖ El trabajo no es continuo.
- ❖ Las cargas están muy por debajo de los límites del acero inoxidable.

Figura 47. Unidad ablandadora



6.1.5 Canastilla. Hecha en acero inoxidable 304. Es importante en muchos aspectos, no deja que la carne se enrolle en alguno de los dos ejes, además la canastilla permite el libre acceso de los ejes para su respectivo aseo. La disposición final de la canastilla es mostrada en la Figura 48.

Figura 48. Canastilla



6.1.6 Sistema de control: El sistema de control mostrado en la Figura 49, es de lazo abierto ya que es un mecanismo sencillo. Es una medida de prevención para que el operario no deje en funcionamiento la maquina más tiempo del que pueda requerir el proceso y evitar daños excesivos en la carne.

- ❖ Pulsador: Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado.
- ❖ Contactor: Dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica cuando se oprima el pulsador.

Figura 49. Pulsador y Contactor



7. PRUEBAS

Se realizaron pruebas a fin de obtener la eficiencia de la máquina en el ablandamiento de la carne. Para tal objetivo se tiene en cuenta la eficiencia de ablandamiento, comparando las pruebas de tensión a probetas de carne sin pasar por la maquina ablandadora y otras probetas pasadas por la maquina, tal como se muestra en la Figura 50.

Figura 50. Ablandamiento de las probetas



El procedimiento de pruebas se inicia con el ablandamiento de unas probetas, seguido, las probetas se llevan al laboratorio, para hacer las respectivas pruebas de tensión sujetando la probeta en las mordazas de la maquina (Tinius Olsen), estas pruebas y sus respectivos métodos son mostrados en las Figuras 51 y 52.

Figura 51. Máquina para hacer tensión Tiníus Olsen



Figura 52. Sujeción de la probeta



En la tabla 7 se muestran los valores obtenidos del procedimiento anterior. Las probetas para las pruebas se les dio un volumen de $(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$, dichas medidas geométricas son expuestas en la Figura 53.

Figura 53. Medidas de las probetas de carne para pruebas

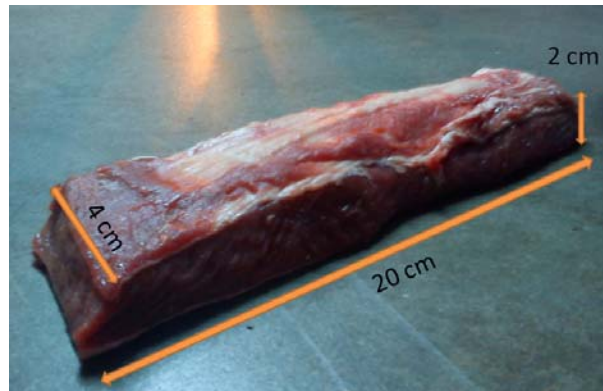


Tabla 7. Datos de las pruebas

Nombre Prueba	Dimensiones	Fuerza de Tensión
Murillo sin pasar	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	109,3 [New]
Murillo 1 pasada	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	25 [New]
Murillo 1 pasada	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	28.25 [New]
Murillo 2 pasadas	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	17.5 [New]
Brazo sin pasar	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	71,8 [New]
Brazo 1 pasada	$(4 \times 2 \times 20) \text{ cm}^3$	75,8 [New]

7.1 EFICIENCIA DEL ABLANDAMIENTO

Terminada la prueba, se considera que la calidad del ablandamiento es óptima, teniendo en cuenta, las imperfecciones en las tomas de los datos y en la sujeción de las mordazas, ya que estas contaban con poca área. Aún así se conto con papel lija para que incrementara la fricción entre la probeta de carne y la mordaza.

No se tuvieron en cuenta las pruebas de brazo ya que estas fallaron cerca al área de la mordaza.

A continuación se observa en las Figuras 54 y 55, los resultados dados por la máquina para hacer tensión.

Figura 54. Curva de Esfuerzos (Murillo sin pasar)

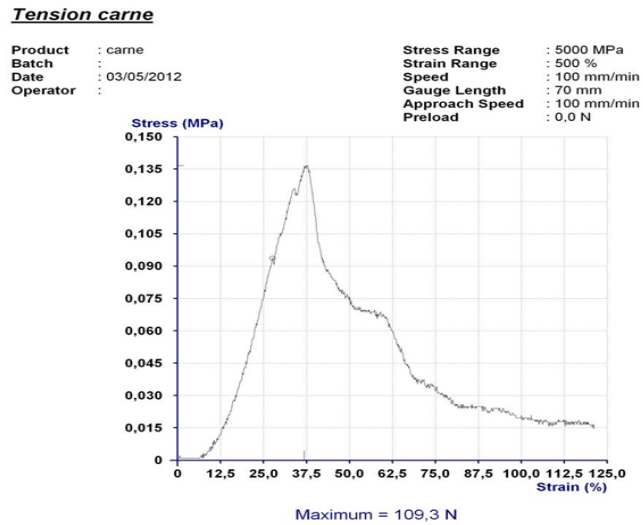
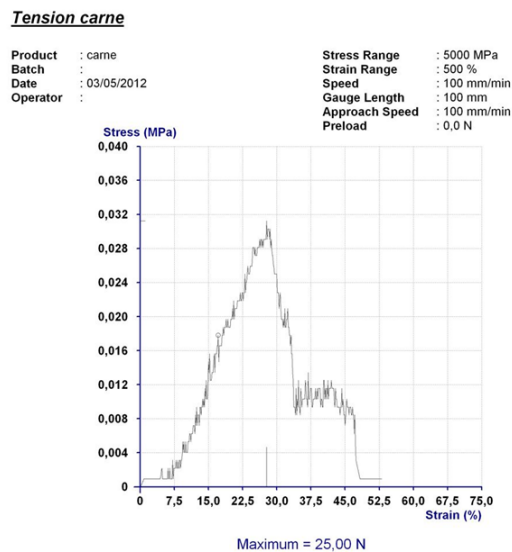


Figura 55. Curva de Esfuerzos (Murillo 1 pasada)



Según los datos obtenidos en la tabla 7 se obtiene una eficiencia de ablandamiento sorprendente. Se pone como ejemplo la comparación entre la probeta de murillo sin pasar por la maquina ablandadora y la probeta de murillo pasada por la maquina ablandadora.

$$\eta = \frac{F_{\text{sin pasar}} - F_{\text{pasada}}}{F_{\text{sin pasar}}} * 100 = 77,3\%$$

Durante la prueba se observa que la carne independientemente de la parte que sea, ella falla a 45° como lo hacen similarmente los materiales dúctiles, dicha propiedad es mostrada en la Figura 56.

Figura 56. Falla por tensión de la probeta



El tiempo de tensión varía entre las probetas debido a que no se puede garantizar al 100%, la uniformidad de toda la probeta, en cuanto a consistencia como también en cuanto a forma.

También se comprobó que si la carne es pasada más de una vez por la maquina el ablandamiento será total, destruyendo la pieza notoriamente, tal como se puede observar en la Figura 57. En consecuencia no se recomienda pasar más de una vez la porción por la maquina ablandadora de carne.

Figura 57. Murillo con 2 pasadas



Con estas pruebas se observa el desempeño de la máquina y se cumple con los objetivos planeados.

8. PRESUPUESTO

Los costos totales de la maquina ablandadora de carne y sus diferentes piezas mecánicas se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Costos de Construcción

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR
Unidad de ablandamiento	2	460000
Bases Ejes	2	180000
Laminas de protección	2	150000
Soporte	1	110000
Tolva	1	130000
Tensoros	2	14000
Tornillos, tuercas y arandelas		14000
Motor 3/4 hp (Siemens) y reductor	1	958000
OTROS		
Soldadura		90000
Sistema eléctrico y de control		125000
Mano de obra		300000
Papelería		42000
Bibliografía (libros técnicos, manuales)		200000
Transporte		50000
Producción intelectual		2500000
Imprevistos ()		270000
TOTAL INVERSIÓN		5'593.000

9. CONCLUSIONES

El diseño y construcción de la Máquina Ablandadora de Carne Portátil objeto de este trabajo de grado, permite presentar las siguientes conclusiones:

- ❖ El diseño logra recopilar los criterios de calidad establecidos para asegurar una máquina que responda a la necesidad del cliente de la industria alimenticia, por su rapidez, fácil manejo, capacidad de ablandado, durabilidad y fácil recuperación de la inversión.
- ❖ Las cuchillas logran una distribución de pequeños cortes, los cuales no permiten que la carne pierda ninguna característica organoléptica, logrando una disminución en la fuerza necesaria para cortar la carne, dándole un valor agregado a las partes duras del ganado bovino.
- ❖ Presenta facilidad de manejo, permitiendo que el usuario controle todas las acciones realizadas, de igual forma sus piezas desmontables son de fácil mantenimiento y limpieza.
- ❖ Los materiales utilizados en la elaboración de la máquina no representan ningún grado de peligrosidad ni de toxicidad para la salud humana, por lo cual se considera seguro.

10. RECOMENDACIONES

Para un próximo diseño a pesar de que se obtuvieron excelentes resultados con las velocidades y la calidad del ablandamiento se recomienda aumentar la relación de velocidades en el reductor, aumentando la cantidad de producción de carne ablandada.

BIBLIOGRAFIA

BELITZ, Hans Dieter, GROSCH, Werner. Química de los alimentos 1997.

CALKINS, SULLIVAN. Ranking of Beef Muscles for Tenderness, 2007.

CROUSE, Cundiff, KOCH, Koohmararire, SEIDERMAN. Comparison of Bos Indicus and Bos Taurus inheritance for carcass beef characteristic and mean palatability, 1989.

DECRETO 1500. INVIMA.

HUI, Guerrero, Guerrero. Ciencia y Tecnología de Carnes., 2006.

LAWRIE, R.A, LEDWARD, D.A. Lawrie's Meat Science 2006.

MOTT, Robert L. diseño de elementos de maquinas. Pearson. México, 2006.

NATIONAL LIVESTOCK AND MEAT BOARD.

PARADA, Alfredo. Fatiga. Fisura progresiva. Edición de 1990. Bucaramanga.

VASQUEZ, BALLESTEROS, MUÑOZ. Factores Asociados con la Calidad de la Carne, Revista CORPOICA, Cattlemen's Beef, 2007.

VÁSQUEZ, Leónidas. Diseño de máquinas I. Modulo de Transmisión de potencia. Universidad Industrial de Santander.

ANEXOS

ANEXO A. MATERIALES

Las propiedades de los materiales usados pueden ser vistas en www.matweb.com/

Aluminum 3003-H14

Categories: [Metal](#); [Nonferrous Metal](#); [Aluminum Alloy](#); [3000 Series Aluminum Alloy](#)

Material Notes: Good weldability/formability and very good corrosion resistance lead to applications such as food and chemical handling, tanks, trim, litho sheet, pressure vessels, and piping.

Data points with the AA note have been provided by the Aluminum Association, Inc. and are NOT FOR DESIGN.

Composition Notes:

Composition information provided by the Aluminum Association and is not for design.

Key Words: UNS A93003; ISO AlMn1Cu; Aluminium 3003-H14; AA3003-H14

Vendors: [Click here](#) to view all available suppliers for this material.

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	2.73 g/cc	0.0986 lb/in ³	AA; Typical
Mechanical Properties			
Hardness, Brinell	40	40	AA; Typical; 500 g load; 10 mm ball
Tensile Strength, Ultimate	152 MPa	22000 psi	AA; Typical
	18.0 MPa @Temperature 400 °C	2610 psi @Temperature 752 °F	
	29.0 MPa @Temperature 300 °C	4210 psi @Temperature 572 °F	
	96.0 MPa @Temperature 200 °C	13900 psi @Temperature 392 °F	
	145 MPa @Temperature 100 °C	21000 psi @Temperature 212 °F	
	150 MPa @Temperature -30.0 °C	21800 psi @Temperature -22.0 °F	
	150 MPa @Temperature 25.0 °C	21800 psi @Temperature 77.0 °F	
	175 MPa @Temperature -100 °C	25400 psi @Temperature -148 °F	
	250 MPa @Temperature -200 °C	36300 psi @Temperature -328 °F	
	140 - 180 MPa @Thickness 0.229 - 25.4 mm	20300 - 26100 psi @Thickness 0.00900 - 1.00 in	
Tensile Strength, Yield	145 MPa	21000 psi	AA; Typical
	12.0 MPa @Temperature 400 °C	1740 psi @Temperature 752 °F	
	17.0 MPa @Temperature 300 °C	2470 psi @Temperature 572 °F	
	62.0 MPa @Temperature 200 °C	8990 psi @Temperature 392 °F	
	130 MPa @Temperature 100 °C	18900 psi @Temperature 212 °F	
	145 MPa @Temperature -30.0 °C	21000 psi @Temperature -22.0 °F	
	145 MPa @Temperature 25.0 °C	21000 psi @Temperature 77.0 °F	
	155 MPa @Temperature -100 °C	22500 psi @Temperature -148 °F	
	170 MPa @Temperature -200 °C	24700 psi @Temperature -328 °F	
	>= 115 MPa @Thickness 0.229 - 25.4 mm	>= 16700 psi @Thickness 0.00900 - 1.00 in	
Elongation at Break	16.0 %	16.0 %	
	@Temperature -30.0 °C	@Temperature -22.0 °F	
	16.0 % @Temperature 25.0 °C	16.0 % @Temperature 77.0 °F	
	16.0 % @Temperature 100 °C	16.0 % @Temperature 212 °F	
	19.0 % @Temperature -100 °C	19.0 % @Temperature -148 °F	
	20.0 % @Temperature 200 °C	20.0 % @Temperature 392 °F	
	30.0 % @Temperature -200 °C	30.0 % @Temperature -328 °F	

UNS C94700, Copper Casting Alloy

Categories: [Metal](#); [Nonferrous Metal](#); [Copper Alloy](#); [Copper Casting Alloy](#)

Material Note: Casting methods recommended for this alloy: Centrifugal, Continuous, Investment, Permanent Mold, and Sand.

Applications: Valve stems and bodies, bearings, wear guides, shift forks, feeding mechanisms, circuit breaker parts, gears, piston cylinders, nozzles.

Classified under: Nickel-tin bronzes, ASTM B584; formerly ASTM B292-A

As cast values below are for sand casting

Key Words: Nickel tin bronze, ASTM B584; ASTM B292-A

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	8.84 g/cc	0.319 lb/in ³	Estimated
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	85	85	500 kg
	180	180	3000 kg
Tensile Strength, Ultimate	345 MPa	50000 psi	as cast
	586 MPa	85000 psi	heat treated
Tensile Strength, Yield	159 MPa	23100 psi	as cast
	414 MPa	60000 psi	heat treated
Elongation at Break	10.0 %	10.0 %	heat treated
	35.0 %	35.0 %	as cast
Machinability	20 %	20 %	heat treated; UNS C36000 (free-cutting brass) = 100%
	30 %	30 %	as cast; UNS C36000 (free-cutting brass) = 100%
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Copper, Cu	88.0 %	88.0 %	
Nickel, Ni	5.0 %	5.0 %	
Tin, Sn	5.0 %	5.0 %	
Zinc, Zn	2.0 %	2.0 %	


[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [Terms of Use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

Overview of materials for Polycarbonate, Molded












Categories: [Polymer](#); [Thermoplastic](#); [Polycarbonate](#); [Polycarbonate, Molded](#)

Material Notes: This property data is a summary of similar materials in the MatWeb database for the category "Polycarbonate, Molded". Each property range of values reported is minimum and maximum values of appropriate MatWeb entries. The comments report the average value, and number of data points used to calculate the average. The values are not necessarily typical of any specific grade, especially less common values and those that can be most affected by additives or processing methods.

Vendors:  **Polymer Technology and Services, LLC**, is a supplier of high quality name brand and generic engineering thermoplastics. Visit www.ptslc.com, Phone (800)-475-1701, or Fax (615) 898-1697.

[Click here](#) to view all available suppliers for this material.

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	0.950 - 1.54 g/cc	0.0343 - 0.0556 lb/in ³	Average value: 1.20 g/cc Grade Count:452
	 0.960 - 1.02 g/cc @ Temperature 200 - 330 °C	0.0347 - 0.0368 lb/in ³ @ Temperature 536 - 626 °F	Average value: 1.01 g/cc Grade Count:59
Water Absorption	0.0150 - 0.400 %	0.0150 - 0.400 %	Average value: 0.234 % Grade Count:282
Moisture Absorption at Equilibrium	0.0900 - 0.350 %	0.0900 - 0.350 %	Average value: 0.158 % Grade Count:130
	 0.580 - 0.580 % @ Temperature 100 - 100 °C	0.580 - 0.580 % @ Temperature 212 - 212 °F	Average value: 0.580 % Grade Count:3
Water Absorption at Saturation	0.150 - 0.370 %	0.150 - 0.370 %	Average value: 0.341 % Grade Count:59
	 0.540 - 0.580 % @ Temperature 100 - 100 °C	0.540 - 0.580 % @ Temperature 212 - 212 °F	Average value: 0.576 % Grade Count:11
Viscosity Test	42.0 - 68.0 cm ² /g	42.0 - 68.0 cm ² /g	Average value: 54.7 cm ² /g Grade Count:39
Maximum Moisture Content	0.0200	0.0200	Average value: 0.0200 Grade Count:15
Linear Mold Shrinkage	0.00100 - 0.0100 cm/cm	0.00100 - 0.0100 in/in	Average value: 0.00606 cm/cm Grade Count:353
Linear Mold Shrinkage, 6.35 mm section	0.00700 - 0.0100 cm/cm	0.00700 - 0.0100 in/in	Average value: 0.00746 cm/cm Grade Count:13
Linear Mold Shrinkage, Transverse	0.00400 - 0.00800 cm/cm	0.00400 - 0.00800 in/in	Average value: 0.00667 cm/cm Grade Count:76
Melt Flow	1.30 - 120 g/10 min	1.30 - 120 g/10 min	Average value: 14.3 g/10 min Grade Count:349
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Rockwell M	65.0 - 122	65.0 - 122	Average value: 73.6 Grade Count:95
	70.0 - 123	70.0 - 123	Average value: 118 Grade Count:80
Hardness, Rockwell R	70.0 - 123	70.0 - 123	Average value: 118 Grade Count:80
	70.0 - 123	70.0 - 123	Average value: 118 Grade Count:80
Tensile Strength, Ultimate	45.0 - 124 MPa	6530 - 18000 psi	Average value: 63.1 MPa Grade Count:189
	 30.0 - 51.0 MPa @ Temperature 60.0 - 120 °C	4350 - 7400 psi @ Temperature 140 - 248 °F	Average value: 42.1 MPa Grade Count:3
Tensile Strength, Yield	37.0 - 191 MPa	5370 - 27700 psi	Average value: 64.3 MPa Grade Count:349
Elongation at Break	2.00 - 233 %	2.00 - 233 %	Average value: 76.2 % Grade Count:360
Elongation at Yield	5.00 - 180 %	5.00 - 180 %	Average value: 8.37 % Grade Count:217
Modulus of Elasticity	1.38 - 7.58 GPa	200 - 1100 ksi	Average value: 2.36 GPa Grade Count:255
Flexural Modulus	1.38 - 14.9 GPa	200 - 2160 ksi	Average value: 2.50 GPa Grade Count:357
	 1.70 - 2.20 GPa @ Temperature 60.0 - 120 °C	247 - 319 ksi @ Temperature 140 - 248 °F	Average value: 1.88 GPa Grade Count:4
Flexural Yield Strength	27.6 - 234 MPa	4000 - 33900 psi	Average value: 93.2 MPa Grade Count:305
Compressive Yield Strength	18.0 - 86.2 MPa	2610 - 12500 psi	Average value: 74.5 MPa Grade Count:12
Izod Impact, Unnotched	0.600 - 5340 J/cm	1.12 - 10000 ft-lb/in	Average value: 17.7 J/cm Grade Count:69
	 1.50 - 7.20 J/cm @ Temperature -30.0 - 0.000 °C	2.81 - 13.5 ft-lb/in @ Temperature -22.0 - 32.0 °F	Average value: 3.04 J/cm Grade Count:3
Izod Impact, Unnotched (ISO)	70.0 kJ/m ² - NB	33.3 ft-lb/in ² - NB	Average value: 126 kJ/m ² Grade Count:24
	 12.0 kJ/m ² - NB @ Temperature -30.0 - 30.0 °C	5.71 ft-lb/in ² - NB @ Temperature -22.0 - 22.0 °F	Average value: 96.5 kJ/m ² Grade Count:24
Charpy Impact Unnotched	8.20 J/cm ² - NB	39.0 ft-lb/in ² - NB	Average value: 24.5 J/cm ² Grade Count:130
	 25.0 J/cm ² - NB @ Temperature -40.0 - 30.0 °C	119 ft-lb/in ² - NB @ Temperature -40.0 - 4.00 °F	Average value: 26.5 J/cm ² Grade Count:81
Charpy Impact Unnotched	13.1 J/cm ² - NB	62.3 ft-lb/in ² - NB	Average value: 26.5 J/cm ² Grade Count:24
	 13.1 J/cm ² - NB @ Temperature -30.0 - 30.0 °C	62.3 ft-lb/in ² - NB @ Temperature -22.0 - 22.0 °F	Average value: 26.5 J/cm ² Grade Count:24
Charpy Impact, Notched	0.400 - 9.50 J/cm ²	1.90 - 45.2 ft-lb/in ²	Average value: 4.71 J/cm ² Grade Count:61
	 0.600 - 1.00 J/cm ² @ Temperature -30.0 - 30.0 °C	2.86 - 4.76 ft-lb/in ² @ Temperature -22.0 - 22.0 °F	Average value: 1.38 J/cm ² Grade Count:14
Charpy Impact, Notched	0.400 - 7.00 J/cm ²	1.90 - 33.3 ft-lb/in ²	Average value: 1.38 J/cm ² Grade Count:24
	 0.400 - 7.00 J/cm ² @ Temperature -30.0 - 30.0 °C	1.90 - 33.3 ft-lb/in ² @ Temperature -22.0 - 22.0 °F	Average value: 1.38 J/cm ² Grade Count:24

AK Steel 304 Austenitic Stainless steel

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Austenitic](#); [Stainless Steel](#); [T 300 Series Stainless Steel](#)

Material Notes: AK Steel 304 is a variation of the basic 18-8 grade, Type 302. Lower carbon, in Type 304, minimizes chromium carbide precipitation due to welding and its susceptibility to intergranular corrosion.

Information provided by AK Steel

Vendors: [Click here to view all available suppliers for this material.](#)

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	8.03 g/cc	0.290 lb/in ³	
Mechanical Properties			
Hardness, Rockwell B	82	82	
Tensile Strength, Ultimate	621 MPa	90100 psi	
Tensile Strength, Yield	290 MPa @ Strain 0.200 %	42100 psi @ Strain 0.200 %	
Elongation at Break	55.0 %	55.0 %	In 2 Inches
Modulus of Elasticity	193 GPa	28000 ksi	tension
Poissons Ratio	0.240	0.240	Calculated
Shear Modulus	78.0 GPa	11300 ksi	torsion
Electrical Properties			
Electrical Resistivity	0.000720 ohm-cm	0.000720 ohm-cm	
	0.000116 ohm-cm @ Temperature 659 °C	0.000116 ohm-cm @ Temperature 1200 °F	
Magnetic Permeability	<= 1.02	<= 1.02	H = 200 Oersteds, Annealed
Thermal Properties			
CTE, linear	16.9 µm/m-°C @ Temperature 0.000 - 100 °C	9.39 µin/in-°F @ Temperature 32.0 - 212 °F	
	18.7 µm/m-°C @ Temperature 449 °C	10.4 µin/in-°F @ Temperature 449 °F	
Specific Heat Capacity	0.500 J/g-°C @ Temperature 0.000 - 100 °C	0.120 BTU/lb-°F @ Temperature 32.0 - 212 °F	
Thermal Conductivity	16.2 W/m-K @ Temperature 100 °C	112 BTU-in/hr-ft ² -°F @ Temperature 212 °F	
	21.4 W/m-K @ Temperature 500 °C	149 BTU-in/hr-ft ² -°F @ Temperature 932 °F	
Melting Point	1399 - 1454 °C	2550 - 2649 °F	
Solidus	1399 °C	2550 °F	
Liquidus	1454 °C	2649 °F	
Component Elements Properties			
Carbon, C	<= 0.080 %	<= 0.080 %	
Chromium, Cr	18.0 - 20.0 %	18.0 - 20.0 %	
Iron, Fe	64.995 - 74.0 %	64.995 - 74.0 %	As Remainder
Manganese, Mn	<= 2.0 %	<= 2.0 %	
Nickel, Ni	8.0 - 12.0 %	8.0 - 12.0 %	
Nitrogen, N	<= 0.10 %	<= 0.10 %	
Phosphorous, P	<= 0.045 %	<= 0.045 %	
Silicon, Si	<= 0.75 %	<= 0.75 %	
Sulfur, S	<= 0.030 %	<= 0.030 %	

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [Terms of Use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

ANEXO B. SELECCIÓN REDUCTOR

GUIA PARA LA SELECCIÓN DE REDUCTORES

TECNOTRANS

TORQUE Y POTENCIA REQUERIDA

La potencia β **TIPO DE REVERSIBILIDAD** indicada en el catalogo esta referida a la potencia de entrada. La potencia de salida incluida se calcula con el producto

Potencia de salida (Hp_2) = Potencia de entrada (Hp_1) x Eficiencia (η_d)

Torque requerido (M_1) = Torque de salida (M_2) x f.s

Potencia requerida (Pr) = Potencia de salida (Hp_2) x f.s

$$\text{Torque de salida } (M_2) = \frac{726.1 \times Hp_2}{RPM_{salida}}$$

INSTALACION

Es muy importante en la instalación del reductor, tener en cuenta las siguientes normas:

- Asegurar el reductor correctamente para evitar cualquier vibración.
- Antes de la puesta en marcha comprobar que el nivel de aceite sea adecuado.

Las piezas montadas sobre el eje del reductor deberán mecanizarse con una tolerancia ISO H7 y cuando sea eje hueco, el eje deberá ser ajustado con tolerancia h6 con el fin de evitar ajustes fuertes que puedan dañar las piezas.

LUBRICACION

Las unidades TECNOTRANS vienen provistas de un tapón de carga y uno de descarga, se suministran con aceite.

Procedimiento recomendado para el cambio de aceite:

*Después de las primeras 300 horas de trabajo el aceite debe ser renovado.

*Para los siguientes cambios se puede realizar cada 2000 horas de trabajo.

La temperatura normalmente a plena carga no debe ser superior a 60 °C sobre la temperatura ambiente y no inferior a 0 °C.

NOTA: Debe tener un tapón de destoque.

INICIO DE OPERACION

Usualmente los reductores, y, particularmente en los sinfin corona, se debe tener precaución al transmitir la potencia en las primeras horas de trabajo, llevando la maquina de un 50% a un 70% de su capacidad máxima. Después de 150 a 200 horas se puede utilizar su máxima capacidad. Durante este periodo inicial la temperatura puede alcanzar un 25% por encima de su temperatura normal de trabajo.

REVERSIBILIDAD

En variadas aplicaciones industriales se requiere total o nula reversibilidad, y es prioritario analizar el funcionamiento del sistema sinfin-corona, cuando el tornillo conductor pasa a ser conducido.

Para encontrar una solución adecuada en una aplicación específica que exija parámetros determinados de reversibilidad es importante diferenciar los conceptos de irreversibilidad estática y dinámica.

IRREVERSIBILIDAD ESTATICA

Es donde no existe la posibilidad de giro al accionar la corona incluyendo retornos lentos. Teóricamente para que se verifique la irreversibilidad estática el rendimiento estático $\eta_s < 0.4+0.5$ y para que sea reversible estáticamente $\eta_s > 0.5$.

IRREVERSIBILIDAD DINAMICA

Esta directamente influida por las revoluciones, el rendimiento y las vibraciones continuas de las cargas. Su particularidad es por paro instantáneo de la rotación cuando la corona cesa el movimiento. Para que exista irreversibilidad dinámica el rendimiento dinámico $\eta_d < 0.5$, en condiciones reales de servicio. La reversibilidad dinámica $\eta_d > 0.5$.

Al no poder existir una irreversibilidad dinámica total para cuando se necesita es de prioridad incluir un freno en el sistema, impidiendo así la puesta en marcha por efecto de las vibraciones.

A continuación se ilustra una tabla donde se analizan los diferentes tipos de reversibilidad dependiendo del Angulo de hélice (β).

>25°	Reversibilidad total
12°+25°	Estáticamente reversible Retorno rápido Dinámicamente reversible
8°+12°	Irreversibilidad estática no definida Retorno rápido Reversibilidad dinámica
5°+3°	Estáticamente irreversible Retorno por vibraciones reversibilidad dinámica casi nula
1°+3°	Estáticamente irreversible Sin retorno Reversibilidad dinámica casi nula

N.B.: se debe evitar la instalación de los reductores con potencias superiores a la adecuada, ya que somete a los elementos mecánicos a sobrecargas en caso de ser requeridas.

SELECCIÓN DEL LUBRICANTE			
Fabricante	Ligera	Media	Fuerte
SHELL	OMALA 220 SPIRAX 90	OMALA 320 SPIRAX 140	OMALA 460 SPIRAX 250
ESSO	SPARTAN EP68 TERESSO 200	SPARTAN EP 150 TERESSO	SPARTANEP 220 TERESSO 320
MOBIL	MOBILGEAR 630	MOBILGEAR 632	MOBILGEAR 632
TEXACO	SAE 90	SAE 140	SAE 250

NOTA: Se puede usar otra marca equivalente.

CARACTERÍSTICAS MOTOREDUCTORES SERIE MRSC


i: relación de reducción

n₁: RPM motor

n₂: RPM salida

M₂: Torque de salida (Kg-m) (Nw-m, multiplicar por 9.8)

n₁=1800

	i	Hp ₁	M ₂ Kg-m	N ₂
MRSC 40/N	15	0.75	3.6	120
MRSC 40/A	20	0.75	4.8	90
MRSC 40/FC	30	0.75	5.4	60
MRSC 40/P	40	0.5	4.8	45
	50	0.4	5.2	36
	60	0.25	3.6	30

$n_1 = 1800$

	i	Hp_1	M_2 Kg-m	N_2
MRSC 50/N MRSC 50/A MRSC 50/FC MRSC 50/P	10	1.0	3.5	180
		1.5	5.3	
	15	0.75	3.7	120
		1.0	5.0	
	20	0.75	5.1	90
		1.0	6.7	
	30	0.5	4.2	60
		0.6	5.0	
	40	0.4	4.3	45
		0.6	6.5	
50	0.5	6.5	36	
60	0.4	5.8	30	
70	0.25	4.09	25.7	

CARACTERISTICAS MOTOREDUCTORES SERIE MRSC

$n_1 = 1800$

	i	Hp_1	M_2 Kg-m	N_2
MRSC 63/N MRSC 63/A MRSC 63/FC MRSC 63/P	10	2	6.8	180
		3	10.2	
	15	2	9.9	120
		2.4	11.4	
	20	1.5	8.9	90
		2.0	11.2	
	30	1.5	12.5	60
	40	1.0	11.1	45
	50	1.0	11.7	36
	60	0.75	10	30
70	0.4	6.5	25.7	
	0.6	9.8		

$n_1 = 1800$

	i	Hp_1	M_2 Kg-m	N_2
MRSC 75/N MRSC 75/A MRSC 75/FC MRSC 75/P	10	2.4	8.5	180
		3.0	10.6	
	15	3	14.8	120
		2.4	15.1	
	20	3	18.8	90
		2	17.9	
	30	2.4	21.4	60
		2.0	19.7	
	40	1.5	23.5	36
	50	1.0	17.4	30
70	1.0	16.3	25.7	

ANEXO C. MANUAL DE SEGURIDAD, MANTENIMIENTO Y USO

**MANUAL DE OPERACIÓN,
SERVICIO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD PARA LA
MAQUINA ABLANDADORA DE CARNE PORTATIL**

❖ **PELIGRO! NUNCA INTRODUZCA SUS MANOS O DEDOS**

Dentro de la tapa donde giran los rodillos porque pueden ser mutilados.

PRECAUCIONES:

- ❖ Nunca deje la maquina sin atención mientras en operación.

NOTA: para números de referencia vea la figura general de componentes (que se encuentra al final de este manual.)

Por la naturaleza del equipo, si el cordón de alimentación es dañado, este debe ser remplazado por el fabricante o por personal calificado para evitar cualquier accidente considerable. El cable de alimentación tiene sujeta cables tipo y.

- ❖ Tenga cuidado al manejar la maquina ablandadora, no toque las cuchillas ya que están afiladas de fábrica y puede lastimar o cortar.

- ❖ Esta máquina está diseñada para ablandar carne sin hueso, por su funcionamiento es peligrosa si no es operada adecuadamente, es muy importante seguir las indicaciones de este manual.
- ❖ No permita que personal no entrenado opere este equipo.
- ❖ Nunca le dé servicio de mantenimiento o limpieza cuando esté conectada a la energía eléctrica.
- ❖ Mantenga bien cerrada la tapa al estar trabajando, revise que los tornillos de esta tapa estén bien cerrados.

MANUAL DE OPERACIÓN, SERVICIO Y MANTENIMIENTO PARA MAQUINA ABLANDADORA DE CARNE

INTRODUCCIÓN: La máquina ablandadora de carne está fabricada con un materiales de alta calidad y diseñado para brindarle muchos años de operación en su trabajo.

Antes de desempacar su nueva máquina ablandadora, le suplicamos que usted o cualquier otra persona que vaya a operar esta máquina, lea cuidadosamente las instrucciones de este manual.

SECCION I.- INSTALACIÓN:

Antes de conectar la ablandadora a la energía eléctrica, siga estos pasos de instalación y preparación.

NOTA: el aparato ya viene con todos sus componentes totalmente ensamblados.

- ❖ Seleccione el lugar de trabajo y:

A.- Coloque la ablandadora en un sitio limpio y nivelado, y que tenga acceso a la electricidad.

B.- Utilice las patas roscables de nivelación, apriete o afloje estos para asegurar firmeza, hasta que el aparato este perfectamente nivelado.

C.- Asegúrese que la fuente de poder cumpla con las necesidades de voltaje y de corriente del equipo, normalmente es de 110V 60Hz (si tiene dudas pregunte a un electricista calificado.)

D.- Asegúrese que la tapa de la maquina ablandadora este bien cerrada, revise que los tornillos de esta tapa estén bien introducidos en los agujeros de la base de aluminio.

- ❖ Después de asegurarse de haber seguido todos estos pasos, conecte el cable tomacorriente a la fuente de poder, verifique que la instalación este propiamente aterrizada. Si tiene duda consulte un electricista calificado.

PELIGRO!

**NUNCA OPERE LA MAQUINA SIN ENTRENAMIENTO APROPIADO,
PUEDE SUCEDER ACCIDENTES.**

SECCION II.- OPERACIÓN:

Operación normal de la maquina ablandadora de carne.

Los pasos para operar la ablandadora son los siguientes:

- ❖ Encienda la maquina oprimiendo el botón verde del interruptor de encendido. El botón rojo es para apagar el aparato. (No deje la maquina desatendida mientras este en operación).

ADVERTENCIA!: VERIFIQUE NUEVAMENTE LA TAPA ESTE CERRADA.

- ❖ Puede a continuación introducir el producto a tenderizar (generalmente es un trozo de carne sin hueso semi-congelada de 0 a 3 grados centígrados de 2 cm. Máximo de espesor x 21 cm. Máximo de ancho). A través de la entrada que se encuentra en la parte superior de la tapa de Acero Inox, teniendo la precaución de no introducir sus manos o dedos; con una sola pasada a través de la cuchillas basta para ablandar el producto y tenerlo en óptimas condiciones.

NOTA: Recomendamos primero tenderizar unos 3 recortes de carne sin hueso que sea de desperdicio; para eliminar la posible suciedad que pudieran tener las cuchillas.

PRECAUCION! No introduzca objetos extraños dentro de la tenderizadora al estar o no en funcionamiento. Ya que puede ocasionar que las cuchillas y/o limpiadores de nylon se doblen o se rompan si se introducen objetos solidos que no sea carne.

SECCION III.- ELEMENTOS CLAVE PARA TENDERIZAR CON CALIDAD EL PRODUCTO:

- ❖ Deje caer gradualmente el producto hacia la entrada del suavizador que se encuentra en la tapa de AC. Inox.
- ❖ De el numero de pasadas que crea usted necesarias para tener el producto bien tenderizado. (Normalmente es una).
- ❖ Revise periódicamente el filo de las cuchillas, si siente que el producto ya no queda ablandado (cortado) como debería ser normalmente,

reemplácelas por unas nuevas para obtener un mejor ablandamiento del producto.

NOTA: si necesita reemplazar el juego de cuchillas, llame al distribuidor donde adquirió la unidad el filo de las cuchillas está diseñado para que tengan gran durabilidad.

SECCION IV.- LIMPIEZA:

CUIDADO!

SIEMPRE DESCONECTE LA MAQUINA DE LA FUENTE DE PODER ANTES DE INTENTAR DARLE LIMPIEZA O SERVICIO.

Se recomienda limpiar la maquina diariamente, para esto siga los siguientes pasos:

- ❖ Quite la tolva de seguridad desenroscando todos los tornillos de sujeción.
- ❖ Levante y saque las cuchillas tomándolas de la canastilla soporte.
- ❖ Tome los dos ejes tenderizadores sujetándolos de los bujes (no toque las cuchillas con las manos, ya que están afiladas y pueden cortar).
- ❖ Introduzca estos ejes tenderizados y la canastilla en un recipiente con agua caliente y enjuague bien, lave ahora con un detergente apropiado haciendo uso de algún cepillo de cerdas suaves para quitar la grasa y/o pellejos que pudieron haber quedado durante el tenderizado, enjuague con agua.
- ❖ Limpie también la tapa, la base, el gabinete, la caja porta flechas y el resto de la estructura, con un paño húmedo y detergente apropiado, enjuague y seque con una franela o trapo.

- ❖ Después de limpiar y secar el equipo re- ensamble todas las piezas, siguiendo los pasos anteriormente descritos, pero en orden inverso.

PRECAUCION! Los dos ejes de cuchillas se colocan en el soporte en el siguiente orden: la canastilla que contiene las letras F y B en la parte frontal al igual que las dos coronas de bronce, se colocan en su letra correspondiente respectivamente. La canastilla soporte ya con los ejes tenderizadores puestos, debe colocarse en los soportes.

SECCION V.- MANTENIMIENTO:

CUIDADO!

SIEMPRE DESCONECTE LA MAQUINA DE LA FUENTE DE ELECTRICIDAD ANTES DE HACER CUALQUIER SERVICIO O MANTENIMIENTO.

- ❖ Ejes tenderizadores: Después de muchas horas de servicio será necesario reemplazar las cuchillas por unas nuevas.
- ❖ Engranajes: revise que estén en perfectas condiciones (no golpeados o desgastados) si es así reemplácelos, para un perfecto movimiento, tracción y fuerza de ambas flechas porta cuchillas.
- ❖ Bujes: manténgalos limpios para evitar la fricción, y que las flechas porta cuchillas puedan girar con mayor libertad de movimiento esto debe de realizarse por lo menos una vez al año, o más si el uso es muy frecuente el material con el cual están fabricados le brindaran muchos años de servicio.
- ❖ Caja de transmisión: desconecte el cable tomacorriente. Desarme las láminas de acero inoxidable como indica la figura con mucho cuidado teniendo la precaución de no desconectar ningún cable. Ahora quite los tornillos con un destornillador plano sacar para sacar la tapa de transmisión lubrique ahora la corona y el sinfín que se encuentra dentro de la caja, con

grasa a base de litio unos 100 gramos aprox. Untándola en los dientes de los engranes, por lo menos cada año de operación normal.

**NOTA: ES INDISPENSABLE QUE EL DISEÑADOR LE HAGA REVISION
A LA MAQUINA POR LO MENOS UNA VEZ AL AÑO.**

GRACIAS POR LEER ESTE MANUAL

**SI TIENE DUDAS, PREGUNTAS O SUGERENCIA FAVOR PONERSE EN
CONTACTO CON EL DISEÑADOR DE ESTA MAQUINA.**

DATOS TECNICOS GENERALES:

MEDIDAS: (50 X 50 X 32) cm

ENTRADAS DEL PRODUCTO:

CONSTRUCCION DE LA UNIDAD TENDERIZADORA Y CUBIERTA: Totalmente en acero inoxidable.

MOTOR: SIEMENS CERRADO, TAMAÑO CONSTRUCTIVO 90, $\frac{3}{4}$ Hp.

PESO: 12 Kg.

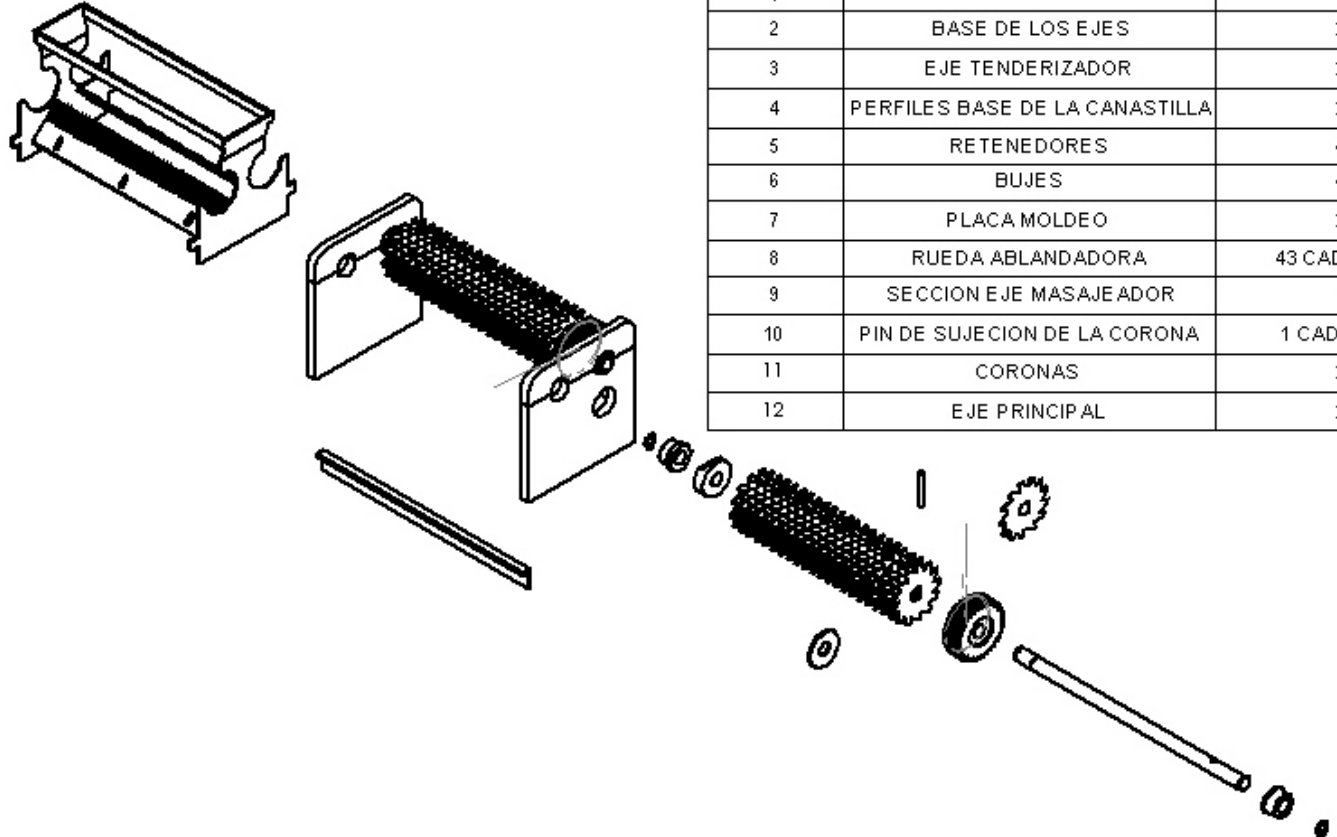
ANEXO D. PLANOS



Nº PIEZA	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD			
1	CARCAZA MOTOR	1			
2	MOTOR ELECTRICO	1			
3	REDUCTOR	1			
4	SOPORTE DE LA MAQUINA	1			
5	BASE SOPORTE DEL EJE	2			
6	UNIDAD TENDERIZADORA	1			
7	TOLVA	1			
8	TAPA DE LA TOLVA	1			

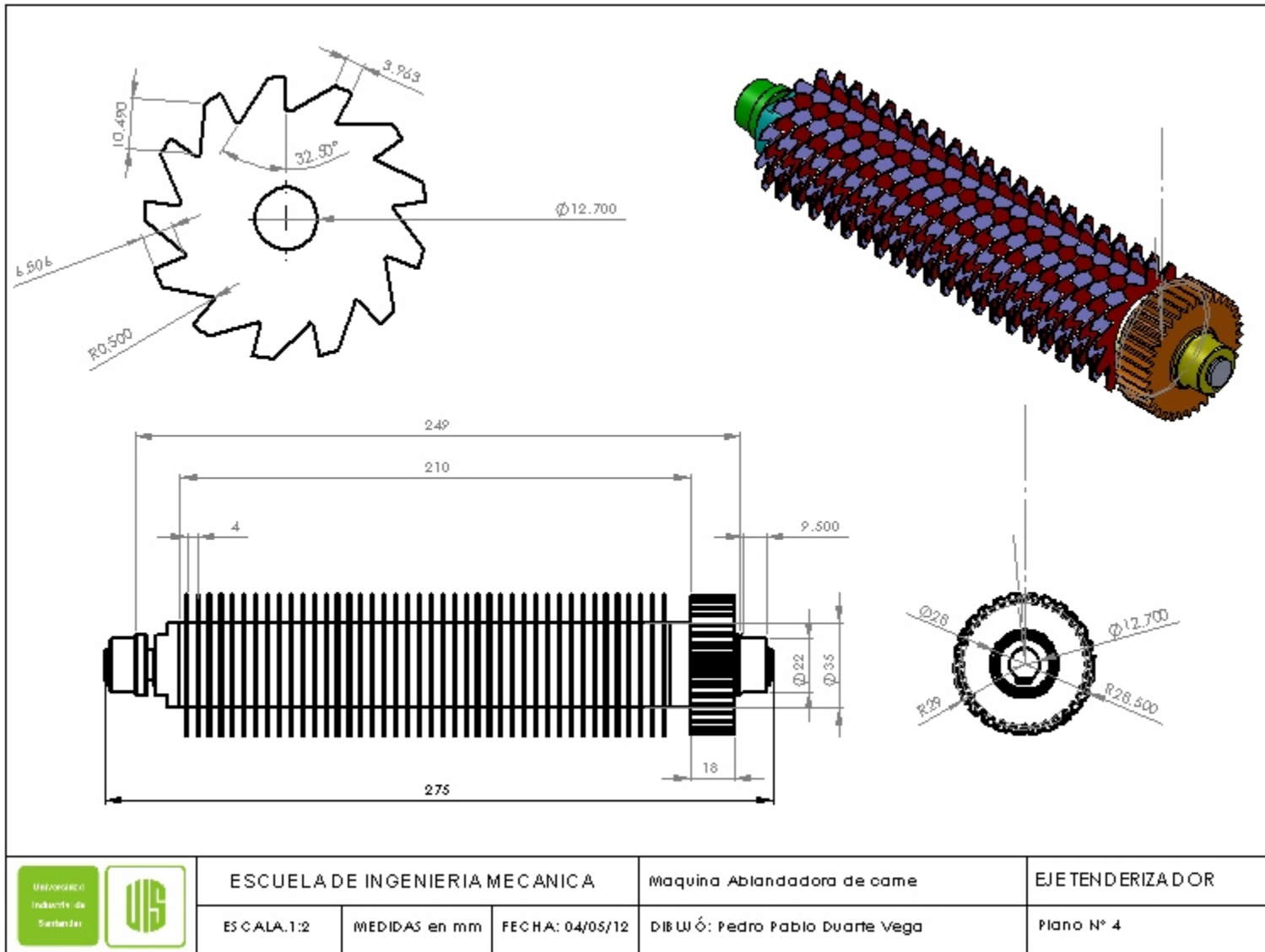
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Maquina Ablandadora de carne	EXPLOSIONADO GRAL
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS en mm	FECHA: 31/05/12	DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega

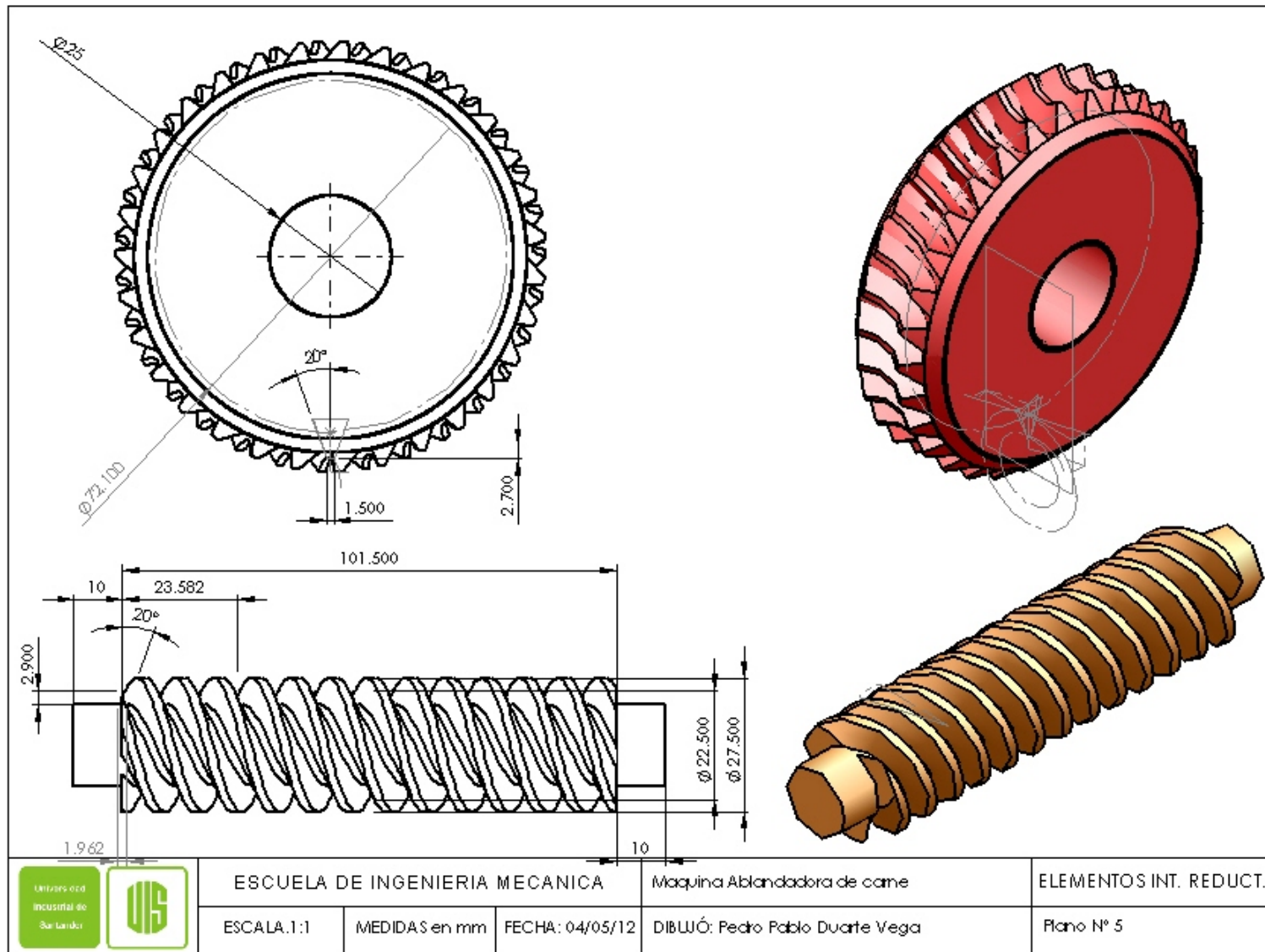
Nº PIEZA	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	PIÑÓN	1
2	EJE CORONA	1
3	CORONA	1
4	TORNILLO SIN FIN	1
5	CARCAZA REDUCTOR	1
6	ALETAS DE ENFRIAMIENTO DEL REDUCTOR	-
7	RODAMIENTOS SIN FIN	2
8	RODAMIENTOS CORONA	2
9	BRIDA	1
10	MOTOR ELECTRICO 3/4 Hp	1

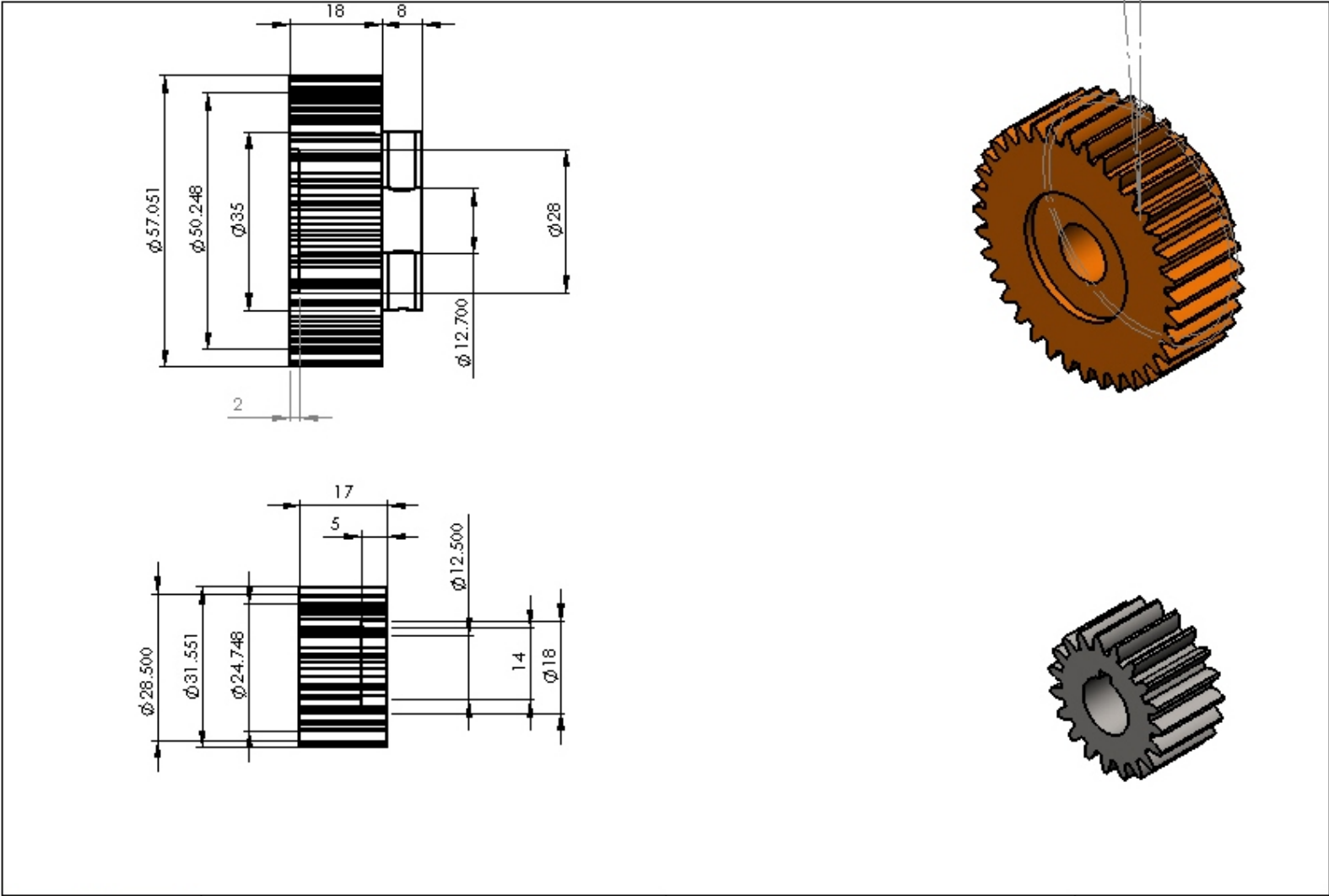
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Maquina Ablandadora de carne	MOTOR REDUCTOR
	ESCALA: 1:5	MEDIDAS en mm	FECHA: 04/05/12	DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega

			Nº PIEZA	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
			1	CANASTILLA	1
2	BASE DE LOS EJES	2			
3	EJE TENDERIZADOR	2			
4	PERFILES BASE DE LA CANASTILLA	2			
5	RETENEDORES	4			
6	BUJES	4			
7	PLACA MOLDEO	2			
8	RUEDA ABLANDADORA	43 CADA EJE			
9	SECCION EJE MASAJEADOR	-			
10	PIN DE SUJECION DE LA CORONA	1 CADA EJE			
11	CORONAS	2			
12	EJE PRINCIPAL	2			

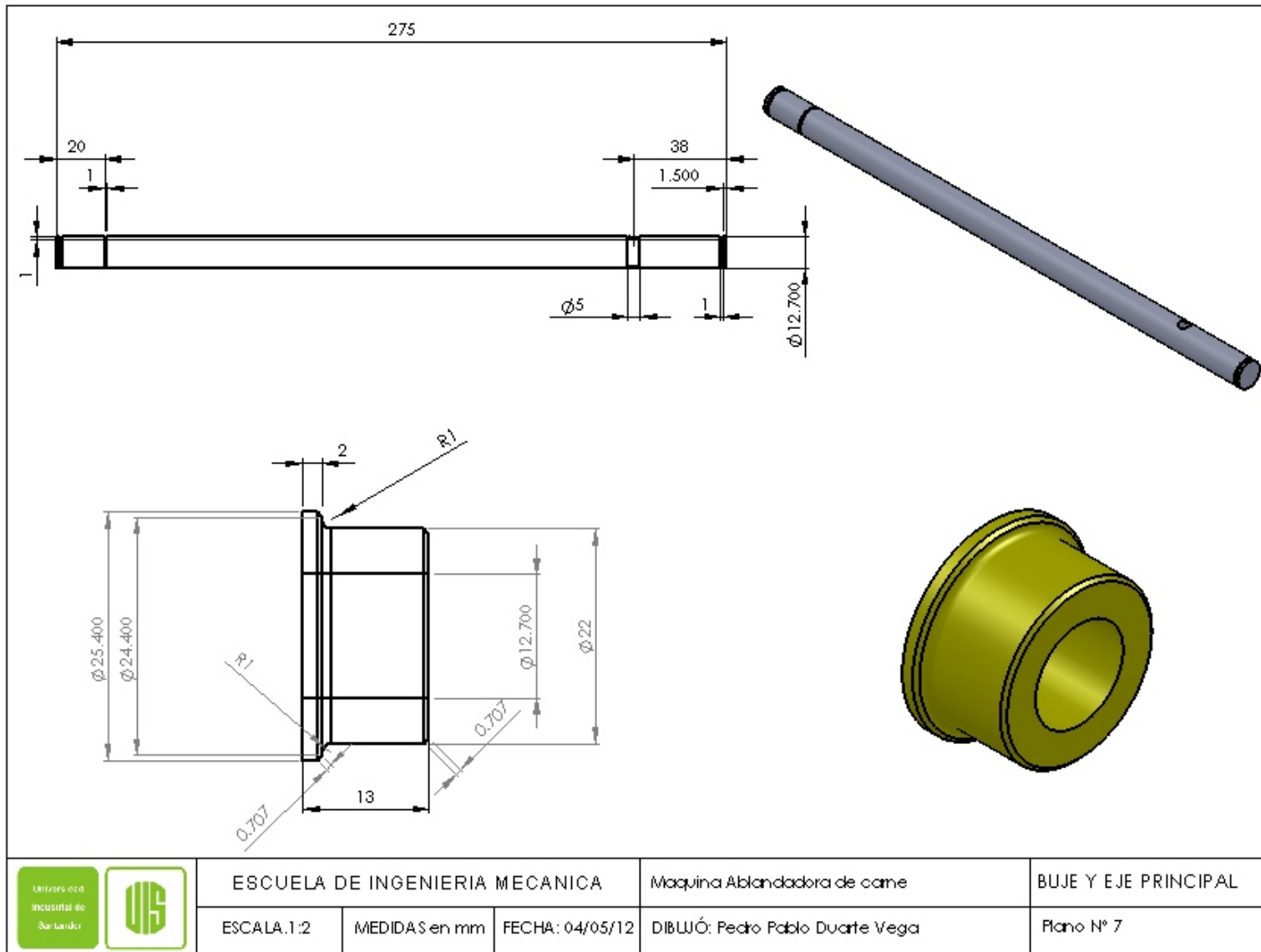
		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Maquina Ablandadora de carne	UNIDAD TENDERIZADORA
		ESCALA: 1:5	MEDIDAS en mm	FECHA: 04/05/12	DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega



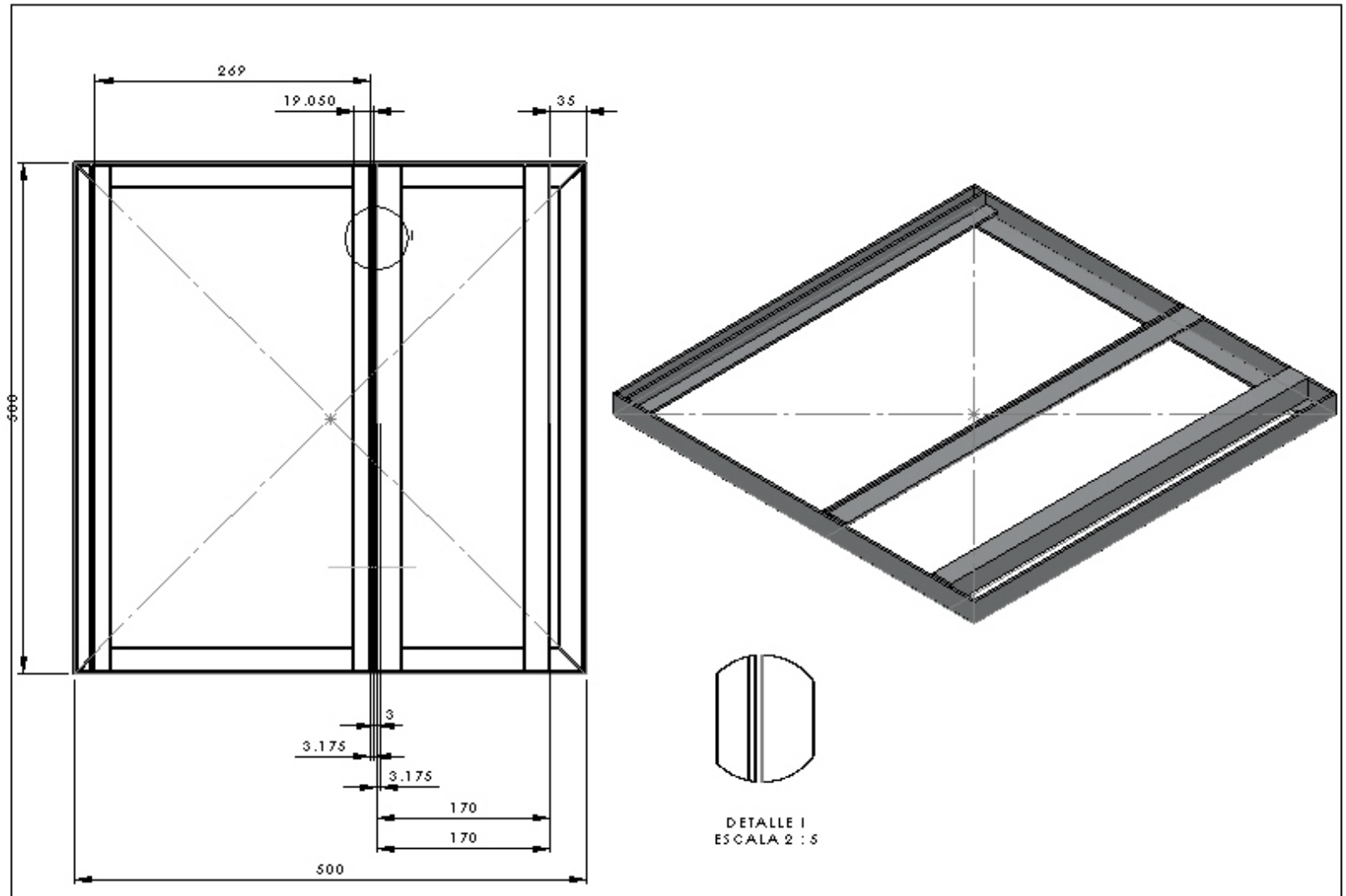




				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	Maquina Ablandadora de carne	ENGRANAJES
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS en mm	FECHA: 04/05/12	DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega	Plano N° 6	



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Maquina Ablandadora de carne	BUJE Y EJE PRINCIPAL
ESCALA: 1:2	MEDIDAS en mm	FECHA: 04/05/12	DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega	Plano N° 7



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:5 MEDIDAS en mm FECHA: 04/05/12

Maquina Ablandadora de carne

DIBUJÓ: Pedro Pablo Duarte Vega

ESTRUCTURA SOPORTE

Plano N° 8