

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ERGONÓMICAS DE UNA
HERRAMIENTA DE CORTE EMPLEADA EN EL PROCESO DE BENEFICIO DE
AVES DE CORRAL. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

JANETH GÓMEZ ROSO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ERGONÓMICAS DE UNA
HERRAMIENTA DE CORTE EMPLEADA EN EL PROCESO DE BENEFICIO DE
AVES DE CORRAL. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

JANETH GÓMEZ ROSO

Trabajo de grado para optar por el título de Diseñadora Industrial

Director

D.I FRANCISCO ESPINEL CORREAL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
1. OBJETIVOS.....	17
1.2 OBJETIVO GENERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. ALCANCES DEL PROYECTO.....	20
4. METODOLOGÍA	21
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	21
5. MARCO TEÓRICO	23
5.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR	23
5.1.1 Codo	23
5.1.2 Muñeca	25
5.1.3 Mano	29
5.1.4 Dedos.....	32
5.2 SÍNDROME DEL CONDUCTO CARPIANO (SCC)	33
5.3 ESTADÍSTICAS DE MORBILIDAD Y ENFERMEDAD LABORAL EN DISTRATES S.A.....	35
5.4 NORMATIVIDAD COLOMBIANA.....	37
5.4.1 Sobre enfermedad laboral.....	37
5.4.2 Para desarrollo de actividades del sector avícola	38
5.5 RECOMENDACIONES EXISTENTES.....	39
5.5.1 Para la actividad	39
5.5.2 Técnicas.....	40
5.5.3 Ergonómicas	40
6. ETAPA 1: ANÁLISIS DEL PROBLEMA	44

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE BENEFICIO ACTUAL DE LAS AVES SACRIFICADAS EN LA EMPRESA DISTRAVES S.A	44
6.1.1 Descripción de la estructura organizacional.....	44
6.2 ANÁLISIS POSTURAL	50
6.2.1 Columna cervical-Cabeza	50
6.2.3 Hombro- Codo	53
6.2.4 Mano-muñeca	55
6.2.5 Dedos.....	56
6.3 DEFINICIÓN DE LA POSTURA Y MOVIMIENTOS RECURRENTES EN CADA UNA DE LAS TAREAS	57
6.4 MÉTODO RULA PARA EL ANÁLISIS DE POSTURAS	59
6.4.1 Descripción del método	60
6.5 CONSIDERACIONES EXISTENTES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MANUALES	65
6.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DE LA HERRAMIENTA.....	68
6.6.1 Requerimientos Cualitativos de diseño	68
6.6.2 Requerimientos cuantitativos.	70
6.6.3 Características ergonómicas de la herramienta.....	71
7. ETAPA 2: DISEÑO CONCEPTUAL	74
7.1 GENERACIÓN DEL CONCEPTO	74
7.2 ORGANIZACIÓN DEL CONCEPTO	74
8. ETAPA 3: REPRESENTACIÓN DE ESQUEMAS.....	76
8.1 ALTERNATIVAS DE CONCEPTO	76
8.1.1 Alternativa 1: Alternativa de suspensión en la mesa.....	76
8.1.2 Alternativa 2: Alternativa de uso libre.....	77
8.1.3 Alternativa 3: Alternativa colgante.....	77
8.2 CLASIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	78
8.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	81
8.4 PRUEBA DE CONCEPTO 1: MODELO SOPORTE MESA DE TRABAJO.....	83

8.5 PRUEBA DE CONCEPTO 2: MODELO SOPORTE MESA DE TRABAJO.....	86
8.6 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS A PARTIR DE PRUEBAS DE CONCEPTO	88
8.6.1 Alternativa 1: Soporte de antebrazos.....	88
8.6.2 Evolución de alternativa 1: Empuje de la cuchilla	90
9. ETAPA 4: ETAPA DE DESARROLLO DE DETALLES	93
9.1 ASAS	93
9.2 RESORTE.....	95
9.3 SELECCIÓN DEL MOTOR	96
9.4 SELECCIÓN DE MATERIALES.....	97
9.5 SELECCIÓN DE LA CUCHILLA	98
9.6 ESTRUCTURA	99
9.7 CAJA DE CORTE	100
9.8 SISTEMA FINAL	100
9.8 PLANOS TÉCNICOS	101
10. ETAPA 5: Validación.....	102
10.1 DESCRIPCIÓN DE PRUEBA DE VALIDACIÓN	103
10.2 APLICACIÓN DE MÉTODO RULA	103
10.3 RESULTADO GLOBAL Y CONCLUSIONES DE LA PRUEBA.....	105
11. CONCLUSIONES FINALES	109
BIBLIOGRAFÍA.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	118

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Movimiento de Flexo-extensión.	24
Figura 2. Movimiento de Pronosupinación	24
Figura 3. Dibujo esquemático del complejo de la articulación de la muñeca.	26
Figura 4. Movimientos de la muñeca.	26
Figura 5. Flexión activa-Extensión	27
Figura 6. Aducción- Abudcción	27
Figura 7. Flexo-extensión pasiva	27
Figura 8. Circunducción	28
Figura 9. Músculos de la muñeca	28
Figura 10. Articulaciones y falanges	30
Figura 11. Músculos y funciones.....	30
Figura 12. Extensión pasiva, rotación axial y circunducción.	31
Figura 13. Flexión y extensión activa.....	31
Figura 14. Flexión de las articulaciones de los dedos.....	32
Figura 15. Síndrome del túnel del carpo	35
Figura 16. Relación de discapacidad laboral por enfermedad en miembro superior.	36
Figura 17. Almacenamiento de canastas en vías de tránsito.....	45
Figura 18. Distancia mínima entre trabajadores	45
Figura 19. Uso de plataformas de compensación de estatura.	46
Figura 20. Actividad de corte de abdomen	47
Figura 21. Actividad de cloaca	47
Figura 22. Actividad de revisado.....	47
Figura 23. Herramienta utilizada para corte de abdomen	49
Figura 24. Pistola neumática para remoción de cloaca.	49

Figura 25. Análisis columna cervical 1.....	50
Figura 26. Análisis de columna cervical 2.....	51
Figura 27. Análisis de columna cervical 3.....	51
Figura 28. Análisis columna cervical 4.....	52
Figura 29. Análisis del tronco 1.....	52
Figura 30. Análisis del tronco 2.....	53
Figura 31. Análisis de hombro-codo 1	53
Figura 32. Análisis de hombro-codo 2	54
Figura 33. Análisis de hombro-codo 3	54
Figura 34. Análisis de hombro-codo 4	54
Figura 35. Análisis de hombro-codo 5	55
Figura 36. Análisis de mano-muñeca 1.....	55
Figura 37. Análisis mano-muñeca 2.....	56
Figura 38. Análisis mano-muñeca 3.....	56
Figura 39. Análisis dedos.....	56
Figura 40. Modificación de puntuación RULA brazo	60
Figura 41. Puntuación método RULA brazo	61
Figura 42. Modificadores Rula puntuación de la muñeca 1	61
Figura 43. Puntuación de la muñeca RULA.....	61
Figura 44. Puntuación del antebrazo	62
Figura 45. Modificadores de puntuación Rula antebrazo	62
Figura 46. Modificadores de puntuación Rula de la muñeca 2	62
Figura 47. Puntuación global de miembro superior RULA	63
Figura 48. Niveles de actuación.....	64
Figura 49. Puntuación final	64
Figura 50. Definición de subsistemas del concepto	75
Figura 51. Alternativa 1	76
Figura 52. Alternativa 2.....	77
Figura 53 Alternativa 3.....	77
Figura 54. Modelo para prueba de concepto	84

Figura 55. Modelo de prueba de concepto 1	84
Figura 56. Modelo de prueba de concepto 2	85
Figura 57. Modelo de prueba de concepto 3	86
Figura 58. Modelo de prueba de concepto 4. Antes y después	86
Figura 59. Modelo de prueba n°2.....	87
Figura 60. Sistema de modelo de prueba n°2.....	87
Figura 61. Alternativa 1: soporte en antebrazos.	88
Figura 62. Apoyo para antebrazos.....	89
Figura 63. Visibilidad del área de corte	89
Figura 64. Evolución de alternativa: empuje de cuchilla.	90
Figura 65. Visibilidad y posición finales.	91
Figura 66. Dimensiones del asa.....	94
Figura 67. Posición de los dedos en el asa.	95
.....	95
Figura 68. Motor neumático	96
Figura 69. Dimensiones de motor.....	97
Figura 70. Dimensiones de la cuchilla.	98
Figura 71. Selección de cuchilla 2	98
Figura 72. Selección de cuchilla 3	99
Figura 73. Estructura.	99
Figura 74. Caja de corte.	100
Figura 75. Sistema final.	100
Figura 76. Modelo final.	102
Figura 77. Visual del área de corte.	104
Figura 78. Muñecas y manos.....	105
Figura 79. Hombro-brazo-antebrazo.....	105
Figura 80. Esquema de comparación.	108

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Esquema metodológico.....	21
Tabla 2. Rangos de fuerza según posición del brazo.	25
Tabla 3. Posturas y movimientos recurrentes en las tareas.	57
Tabla 4. Evaluación global RULA para situación actual.....	64
Tabla 5. Consideraciones existentes para el diseño de herramientas manuales. .	66
Tabla 6. Requerimientos cualitativos de diseño.....	68
Tabla 7. Requerimientos cuantitativos de diseño.....	70
Tabla 8. Condiciones anatómicas de miembro superior.	71
Tabla 9. Condiciones funcionales de la mano.	73
Tabla 10. Clasificación de requerimientos de diseño.	79
Tabla 11. Evaluación y selección de alternativa definitiva.	81
Tabla 12. Datos antropométricos Mano. P50.....	93
Tabla 13. Resultado global RULA final.	106
Tabla 14. Puntuación para la actividad muscular y fuerza aplicada.....	106
Tabla 15. Tabla de nivel de actuación definitivo.	107

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Planos técnicos	118

RESUMEN

TÍTULO: DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ERGONÓMICAS DE UNA HERRAMIENTA DE CORTE EMPLEADA EN EL PROCESO DE BENEFICIO DE AVES DE CORRAL. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN*

AUTORA: JANETH GÓMEZ ROSO**

PALABRAS CLAVES: Enfermedad laboral, Biomecánica, Extremidad superior, Síndrome del conducto carpiano (SCC), Aves de corral, Herramienta de corte, Eviscerado, Línea de producción

DESCRIPCIÓN

Las enfermedades laborales se derivan especialmente de las malas condiciones de trabajo a las que se encuentran expuestos los trabajadores. En los últimos años se ha tomado conciencia acerca de la importancia de mejorar estas condiciones para mejorar la calidad de vida del trabajador y a su vez impacta positivamente en la producción de las empresas.

A partir del estudio de la biomecánica (movimientos y esfuerzos) producidos en la tarea de corte de abdomen en el sector avícola de las mujeres que efectúan esta actividad, se determinó una serie de características ergonómicas que debían aplicarse al diseño de una herramienta que disminuya el impacto de los factores preponderantes para la aparición del síndrome del conducto carpiano (SCC) principalmente mal posición de la extremidad superior y repetición de la actividad. Esta enfermedad presente en alto porcentaje en estas trabajadoras.

Se concluyó con el diseño de una herramienta que permite efectuar el corte necesario para la continuación de la cadena de eviscerado y a su vez, mejora tanto las posiciones adoptadas por las trabajadoras al momento de efectuar esta tarea, y promueve la disminución de movimientos fuera de los rangos recomendados generados en la totalidad de las extremidades superiores incluyendo especialmente muñecas y dedos.

A demás de promover la buena posición de los usuarios, la herramienta permite efectuar un corte más exacto, homogéneo y efectivo en la totalidad del lote de producción debido a que requiere una ubicación específica en la línea de producción y está dotada de un motor que elimina la necesidad de repetición de la actividad.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I Francisco Espinel Correal

ABSTRACT

TITLE: DETERMINATION OF ERGONOMIC FEATURES OF A CUTTING TOOL USED IN THE PROCESS OF BENEFIT OF POULTRY. DESIGN AND CONSTRUCTION*

AUTHOR: JANETH GOMEZ ROSO**

KEYWORDS: Occupational disease, Biomechanics, Upper limb, Carpal Tunnel Syndrome (CTS), Poultry, Cutting handtool, Eviscerate, Production chain

DESCRIPTION

Occupational diseases are arising especially from the poor working conditions to which workers are exposed. In recent years companies have become aware of the importance of improving these conditions to improve the quality of life of workers and at same time impacts positively the production of these companies.

From the study of biomechanics (movement and efforts) produced in the task of cutting of the abdomen in the poultry sector of the women who carry out such activity, a number of ergonomic features to be applied to the design of a tool that decrease the impact of the major factors for the onset of Carpal Tunnel Syndrome (CTS) mainly wrong position of the upper limb and repetitive activity was determined. This disease present in high percentage in the workers of this sector in the industry.

It concluded with the design of a tool to make the cut needed for the continuation of the chain of eviscerate and in turn, improves both, the positions adopted by the workers when performing this task, and promotes the reduction of movement outside the recommended ranges generated in all of the upper limbs including wrists and fingers especially.

In addition to promote good position of users, the tool allows a more accurate, effective and uniform cut of the entire production batch because it requires a specific location on the production line structure and is equipped with a motor that eliminates the need for repetition of the activity .

* Degree work

** Physical Faculty of Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Directed D.I Francisco Espinel Correal

INTRODUCCION

Millones de personas al año sufren de algún tipo de accidente o enfermedad laboral debido a las condiciones de trabajo a las que están expuestos diariamente, muchas de ellos finalizan su vida laboral precozmente debido a discapacidades derivadas de estas enfermedades[4] .

Gradualmente, en los últimos años, se ha tomado conciencia acerca de la importancia de mejorar las condiciones laborales en las empresas, independientemente de cual sea su actividad. Esto condujo a la normalización y al decreto de leyes acerca de aspectos importantes, entre otros, para la protección de los trabajadores, la extensión de la jornada laboral, la obligatoriedad de suministro y uso de elementos de protección. Además, se han dispuesto parámetros que permiten la detección y definición de enfermedades laborales que se puedan presentar, de modo que regidos por esas leyes es posible determinar qué actividades laborales, operaciones, movimientos y uso de herramientas pueden ser detonantes para la aparición de enfermedades de origen laboral. Estas consideraciones han permitido la ampliación de la cobertura y servicios de salud para los trabajadores.

Las administraciones de las diferentes empresas también han comprendido que proporcionar y mejorar las condiciones de trabajo no solamente impacta en la salud de los trabajadores, sino también, en la producción de las mismas; por esta razón, las empresas han optado por adecuar sus áreas de trabajo, implementar tecnología en sus departamentos, tanto de maquinaria como de nuevas herramientas, que permitan agilizar y mejorar las condiciones laborales de los procesos productivos en consideración de la salud del trabajador.

Este proyecto propone el diseño de una herramienta de corte en una de las tareas específicas dentro del proceso de beneficio de aves de corral que conceda atenuar los factores generadores en la aparición síntomas de enfermedades osteo-musculares y afecciones del nervio Mediano en los trabajadores de este sector.

1. OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una herramienta adecuada ergonómicamente, que permita realizar la tarea de corte de abdomen de las aves durante su proceso de beneficio en el sector avícola.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las consideraciones generales de diseño para las herramientas manuales de corte, a partir de la consulta y el análisis de la literatura relacionada.
- Estudiar las posturas y posiciones asumidas por los trabajadores durante las actividades y tareas de corte, con el propósito de concretar los requerimientos y parámetros adecuados para el diseño de una propuesta.
- Definir y aplicar las características biomecánicas y técnicas que signifiquen atenuación de los factores generadores de Síndrome del conducto carpiano (SCC).
- Validar el cumplimiento de los requerimientos de diseño durante el uso de un modelo funcional en la operación de corte de abdomen, por medio del análisis de las nuevas posturas adoptadas por los trabajadores con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

2. JUSTIFICACIÓN

Anualmente 35 millones de personas padecen de alguna enfermedad de tipo profesional (EP) de las cuales el 35% se torna crónica, el 10% generan incapacidad permanente y el 1% es causa de muerte.[4]

Los factores de riesgo por carga física o biomecánica se refieren a todos aquellos aspectos de la organización del trabajo, de la estación de trabajo y de su diseño que pueden alterar la relación del individuo con el objeto técnico produciendo problemas en el individuo, en la secuencia de uso o producción e incluyen carga estática (bipedestación, sedestación u otros) y la carga dinámica (esfuerzos y movimientos) [5].

La incidencia de desórdenes músculo esqueléticos (DME) se debe, primordialmente, a incompatibilidades en el diseño de las herramientas que se usan en las actividades laborales, aspecto que dentro de una empresa puede afectar a alrededor del 10% de sus trabajadores anualmente, además lleva a una disminución de la productividad lo que representa un trabajo más lento, mayor probabilidad de error y aumento en las lesiones de muñeca, antebrazo y hombro[6]. El uso de estas herramientas conlleva a la aparición de dolor, fatiga y entumecimiento que pueden generar lesiones de carácter acumulativo como el síndrome del conducto carpiano (SCC). [7]

El SCC se desarrolla a partir de una excesiva tensión sobre los tendones flexores de los dedos que llevan a una inflamación que presiona el nervio mediano en el túnel del carpo[7] el cual es responsable de la inervación de los 3 primeros dedos de la mano; sin la adecuada sensibilidad en estos dedos la destreza motora fina se ve afectada.[2] Por consiguiente prevalece una considerable pérdida de la capacidad de la mano para ejecutar su trabajo acompañado de dolor constante.

En el sector avícola existen áreas donde el trabajo manual es primordial a la hora de desarrollar los procesos necesarios, especialmente en las áreas de sacrificio y beneficio, en donde el trabajo manual del operario es determinante. Debido a esto representan un alto porcentaje de tareas donde el uso de herramientas manuales comparece y por consiguiente la aparición de trastornos acumulativos como el SCC.

El sector avícola se encuentra presente en casi la totalidad del territorio nacional, y representa el 28% del producto interno bruto (PIB) pecuario, un 11% en el PIB agropecuario y un 2% del PIB nacional. Este renglón productivo y sus derivados tienen una alta participación en el mercado nacional en comparación con productos que son competidores directos, como el sector bovino y porcino, al generar alrededor de 2.500.000 empleos directos.[8] Esta razón hace valer la inversión de esfuerzos en mejorar y desarrollar herramientas técnicas que coadyuven en la cadena productiva del sector, para mejorar las condiciones de trabajo de quienes participan de manera directa aportando su capacidad productiva.

3. ALCANCES DEL PROYECTO

- Diseñar y construir un modelo funcional de la herramienta el cual representará las dimensiones, propuesta forma y aspectos ergonómicos y funcionales necesarios para la consecución del objetivo de este proyecto.
- Permitir por medio del uso de esta herramienta el análisis ergonómico real de las nuevas posturas utilizando el método RULA.

4. METODOLOGÍA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La estructuración del proyecto se basó en el modelo descriptivo de Cross, el cual permitió realizar la propuesta en 4 etapas: análisis del problema, diseño conceptual, representación de esquemas de solución y desarrollo de detalles[9]. Adicional se definió unos objetivos generales y específicos en cada una de las fases, luego de su cumplimiento se dio por finalizada cada una. Además, se incluyó una etapa final de validación del proyecto en el cual se presentan los resultados de las pruebas con los usuarios. **Tabla 1.**

Tabla 1. Esquema metodológico

Etapa	Objetivo general	Objetivos específicos
Análisis del problema	Hacer un barrido teórico y de observación, tabular y definir requerimientos.	Hacer observación y registro fotográfico y de video
		Recolectar datos
		Analizar datos recolectados
		Definir la problemática
		Describir las condiciones actuales de trabajo
		Definir requerimientos y parámetros.
Diseño conceptual	Definir a partir de los requerimientos el concepto a trabajar.	Organizar del concepto a trabajar
		Plantear ideas primarias
		Bocetar
Representación de esquemas	Construir modelo de prueba, evaluar y concluir detalles para modelo final	Dar alternativas de solución
		Evaluar las alternativas según requerimientos establecidos
		Seleccionar alternativa final
		Construcción de modelo de prueba
		Hacer prueba y socialización con los usuarios reales
		Concluir a partir del ejercicio

Etapa	Objetivo general	Objetivos específicos
Desarrollo de detalles	Definir y aplicar los detalles finales al modelo final e iniciar construcción	Definir detalles finales a partir de las conclusiones de la etapa anterior
		Realizar análisis de esfuerzos de todas las piezas finales
		Realizar planos de construcción
		Construcción de modelo final
Validación	Validar cumplimiento de los requerimiento por medio de prueba final con usuarios	Hacer presentación y socialización del modelo con los usuarios
		Hacer pruebas con usuarios por medio del método RULA
		Concluir el ejercicio
		Entregar resultados

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR

La extremidad superior está totalmente involucrada en la tarea que se estudió para iniciar este proyecto, sin embargo a continuación se encontrará una descripción de los segmentos del mismo que están directamente involucrados con el Síndrome del conducto carpiano con el fin de permitirle al lector relacionarse con algunos términos que serán utilizados a lo largo de este informe.

5.1.1 Codo

Anatomía articular

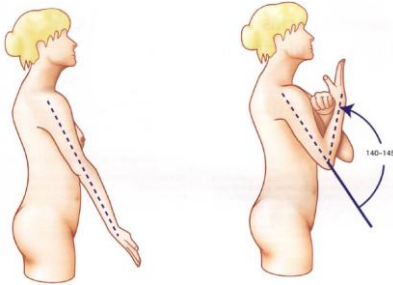
Es la articulación intermedia del miembro superior, realiza la unión del brazo y el antebrazo, activa directamente la mano[1, 2, 10]. La posición funcional del codo se define como: Flexión de 90° más pronosupinación neutra[1].

El codo está compuesto por 3 articulaciones: húmero cubital, húmero radial y radio cubital proximal, sin embargo el codo debe considerarse como una sola articulación puesto que la cavidad articular, la membrana sinovial y los ligamentos son comunes a los 3. [2, 10]

Cinemática

Se define el movimiento de flexión como la aproximación del antebrazo al brazo, y extensión como el movimiento de retorno[10]. Estos movimientos tienen lugar gracias a las articulaciones húmero cubital y húmero radial, con un rango de 0 – 146°, pero funcionalmente de 30- 130° [2] **(Ver figura 1.)**.

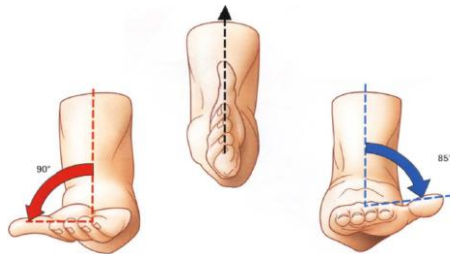
Figura 1. Movimiento de Flexo-extensión.



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

La articulación radio cubital proximal permite los movimientos de pronosupinación del antebrazo, el rango de movimiento es de 160° a 170° que equivalen a 80° en pronación (movimiento de rotación medial que sitúa el pulgar hacia adentro y la palma de la mano hacia abajo) y 85° en supinación (movimiento de rotación medial que sitúa el pulgar hacia afuera y la palma de la mano hacia arriba) [10].
(VER FIGURA 2.)

Figura 2. Movimiento de Pronosupinación



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Anatomía Muscular

La fuerza de los flexores difiere según la posición en pronosupinación: la fuerza de flexión en pronación es mayor que la fuerza de flexión en supinación en una relación 5 a 3 [1].

Sin embargo la fuerza de los diferentes grupos musculares difiere según la articulación del hombro [1]: **TABLA 2**

5.1.2 Muñeca. La muñeca es una de las articulaciones biomecánicamente más complejas del cuerpo humano, permite una gran movilidad y es capaz de soportar importantes fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión sin desestabilizarse[10].

También denominada carpo, es el conjunto de huesos y estructuras de tejido blando que conectan la mano con el antebrazo [2, 10]

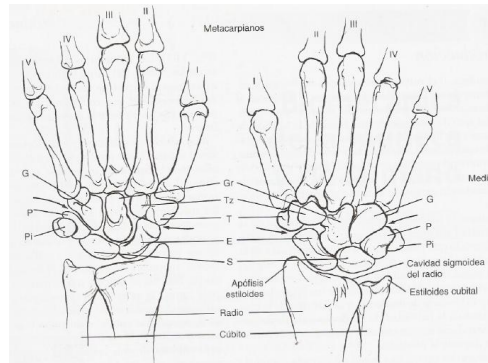
Anatomía

Compuesta por 8 huesos dispuestos en 2 filas: proximal y distal. La fila distal está compuesta por los huesos: Trapecio, Trapezoide, Grande y Ganchoso. Esta fila es relativamente inmóvil y se articula con los Metacarpianos para formar las articulaciones **Carpometacarpianas** [2]. La fila proximal se compone por el hueso Escafoide, Semilunar y Piramidal, es más móvil y se articula con la parte distal del radio formando la articulación **Radiocarpiana**. El octavo hueso carpiano es el Pisiforme que forma su propia y pequeña articulación con el hueso piramidal [2, 10]. **(VER FIGURA 3.)**

Tabla 2. Rangos de fuerza según posición del brazo.

Brazo vertical por arriba del hombro	Fuerza de extensión (1): 43kg
	Fuerza de flexión (2) : 83kg
Brazo en flexión de 90°	Fuerza de extensión (3): 37kg
	Fuerza de flexión (4): 66kg
Brazo vertical a lo largo del cuerpo	Fuerza de flexión (5): 52 kg
	Fuerza de extensión (6): 51 kg

Figura 3. Dibujo esquemático del complejo de la articulación de la muñeca.



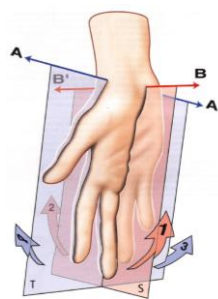
G: Ganchoso, GR:Grande, TZ:Trapezoide, T:Trapecio, P: Piramidal, PI: Pisiforme, S:Semilunar, E: Escafoides.

Fuente: Tomado de Nordin [2]

Cinemática

Los movimientos de la muñeca se efectúan en dos planos: transversal y sagital. En el plano transversal se realizan los movimientos de Flexión (1) y Extensión (2), mientras que en el plano sagital los movimientos de Aducción (3) y Abducción (4). [1] (**VER FIGURA 4**); en realidad los movimientos naturales de la muñeca son movimientos combinados en torno a ejes oblicuos: flexión/aducción y extensión/abducción.

Figura 4. Movimientos de la muñeca.

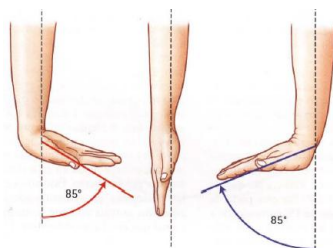


Fuente: Tomado de Kapandji [1]

La amplitud del movimiento de abducción o inclinación radial no sobrepasa los 15°, el del movimiento de aducción o inclinación cubital es de 45°; la aducción es 2 o 3 veces mayor que la abducción y a su vez esta es mayor en supinación que

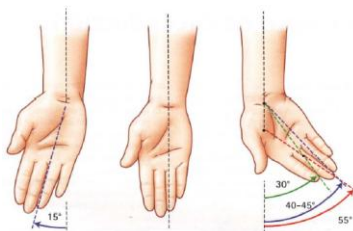
en pronación donde no sobrepasa 10°. **(VER FIGURA 6.)** En los movimientos de flexoextensión, la amplitud tanto de la flexión activa como de la extensión es 85°. **(VER FIGURA 5.)** En la flexión pasiva la amplitud es de 90° en pronación y la extensión pasiva es mayor de 90° tanto en pronación como en supinación. **(VER FIGURA 8.)** [1, 2, 10]. El movimiento de circunducción se define como la combinación de movimientos de flexoextensión y aducción-abducción. **(VER FIGURA 7.)**

Figura 5. Flexión activa-Extensión



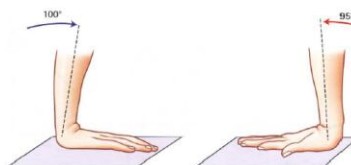
Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Figura 6. Aducción- Abudcción



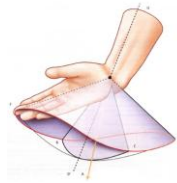
Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Figura 6. Flexo-extensión pasiva



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Figura 7. Circunducción



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Anatomía muscular

El complejo articular de la muñeca se rodea en su periferia por 10 tendones. Los 3 flexores y los 3 extensores son los músculos motores de la muñeca controlando la desviación radial y ulnar además de la flexoextensión, los 4 músculos adicionales controlan la pronación y supinación del antebrazo. 8 de los 10 músculos se originan en el antebrazo y los dos restantes se originan encima del codo [2, 10] Todos los músculos y sus acciones se enlistan en la tabla. **(VER FIGURA 9.)**

Figura 8. Músculos de la muñeca

Tabla 14-1	
Músculos de la muñeca y de la mano	
Músculos de la muñeca	
Músculo	Acción
<i>Flexores</i>	
Cubital anterior	Flexión de muñeca; desviación cubital de la mano
Palmar mayor	Flexión de muñeca; desviación radial de la mano
Palmar menor	Tensión de la fascia palmar
<i>Extensores</i>	
Primer y segundo radial	Extensión de muñeca; desviación radial de la mano
Cubital posterior	Extensión de muñeca; desviación cubital de mano
<i>Pronadores-Supinadores</i>	
Pronador redondo	Pronación del antebrazo
Pronador cuadrado	Pronación del antebrazo
Supinador corto	Supinación del antebrazo
Supinador largo	Pronación o supinación, depende de la posición del antebrazo

Fuente: Tomado de Nordin [2]

Transmisión de carga

Toda actividad manual en la cual se necesite contraer algún músculo de la mano, genera fuerzas axiales a compresión que se transmitirán a los huesos del antebrazo a través de la muñeca.

AN y COLS Demostraron que por cada kilo de fuerza realizada con el puño cerrado, el carpo recibe fuerzas a compresión de entre 10 y 14 kg. [2, 10]

Si la muñeca está en posición neutra, aproximadamente el 80% de las fuerzas que llegan a ella son transmitidas al radio y el 20% al cúbito.

Esto significa que la muñeca soporta todas las fuerzas que vienen de la mano, si en la mano están mal realizadas o son excesivas, la muñeca las recibe de igual forma, por lo tanto no es raro la aparición de enfermedades degenerativas prematuras.

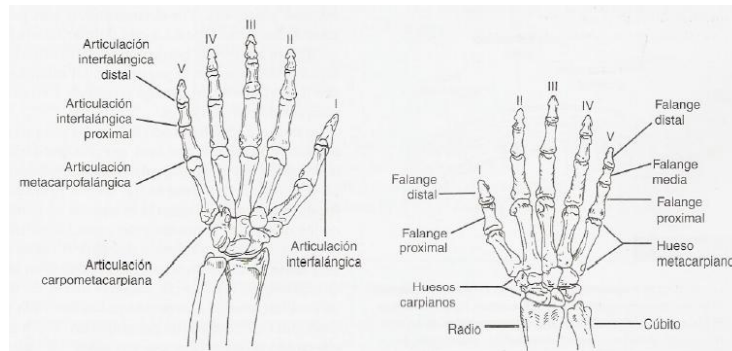
5.1.3 Mano. La mano es el segmento final en la cadena mecánica de palancas que comienza en el hombro, la movilidad del hombro, codo y muñeca, todas operando en diferentes planos, permite a la mano moverse en el espacio. Compuesta por 19 huesos y 14 articulaciones [2, 10] permiten cumplir su función principal, **la prensión.**

La posición funcional de la mano, es aquella en la que la muñeca esta es extensión ligera e inclinación cubital leve, los dedos ligeramente flexionados y el pulgar a 40° de antepulsión y 20° en abducción[2].

Articulaciones

Hilera carpial se le conoce a la cadena compuesta por un metacarpiano y 3 falanges [10]. **(VER FIGURA 10.)**

Figura 9. Articulaciones y falanges



Fuente: Tomado de Nordin [2]

Las articulaciones metacarpofalángicas (MCF) permiten el movimiento de flexoextensión palmar y dorsal, abducción y aducción y pequeños movimientos pasivos de rotación axial. Las articulaciones interfalángicas (IF) solo permiten un tipo de movimiento: flexoextensión [2, 10].

Músculos y ligamentos

Los músculos de la mano y sus funciones están resumidos en la tabla. (VER FIGURA 11.).

Figura 10. Músculos y funciones

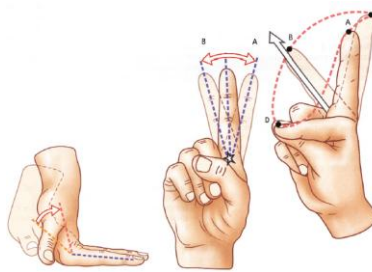
Músculos de la mano	
Músculo	Acción
Músculos extrínsecos	
<i>Flexores</i>	
Flexor superficial de los dedos	Flexión de las articulaciones IFP y MCF
Flexor profundo de los dedos	Flexión de las articulaciones IFD, IFP y MCF
Flexor largo del pulgar	Flexión de las articulaciones IF y MCF del pulgar
<i>Extensores</i>	
Extensor largo del pulgar	Extensión de las articulaciones IF y MCF del pulgar, aducción secundaria del pulgar
Extensor corto del pulgar	Extensión de la articulación MCF del pulgar
Abductor largo del pulgar	Abducción del pulgar
Extensor propio del índice	Extensión del dedo índice
Extensor común de los dedos	Extensión de los dedos
Extensor propio del meñique	Extensión del meñique
Músculos intrínsecos	
<i>Interóseos (todos)</i>	
Interóseos dorsales	Extensión de las articulaciones IFP e IFD y flexión de las articulaciones MCF
Interóseos palmares	Separa los dedos índice y anular del dedo corazón
Lumbricales	Aducción del índice, anular y meñique hacia el dedo corazón
Músculos tenares	Extensión de las articulaciones IFP e IFD y flexión de la MCF del 2.º al 5.º dedo
Abductor corto del pulgar	Abducción del pulgar
Flexor corto del pulgar	Flexión y rotación del pulgar
Oponente del pulgar	Rotación del primer metacarpo hacia la palma
<i>Músculos hipotenares</i>	
Abductor del meñique	Abducción del meñique (extensión de las articulaciones IFP e IFD)
Flexor corto del meñique	Flexión de la falange proximal del meñique y rotación anterior del quinto metacarpo
Aductor del pulgar	Aducción del pulgar

Fuente: Tomado de Nordin [2]

Cinemática

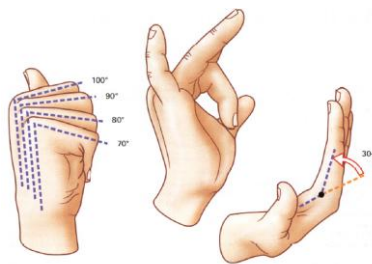
- La amplitud de la flexión es aproximadamente de 90° y aumenta progresivamente hasta el quinto dedo. **(VER FIGURA 13.)**
- La extensión activa varia de 30° a 40° , mientras que la pasiva alcanza casi 90° . **(VER FIGURA 13.)**
- El movimiento de circunducción está inscrito en el cono de circunducción ABDC **(VER FIGURA 12.)**
- La rotación axial pasiva del dedo índice es de 60° . **(VER FIGURA 12.)**

Figura 11. Extensión pasiva, rotación axial y circunducción.



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

Figura 12. Flexión y extensión activa



Fuente: Tomado de Kapandji [1]

5.1.4 Dedos. En La posición funcional de los dedos, estos están separados entre sí y el eje de los mismos pasa a través del dedo medio, por el cual los movimientos de aducción y abducción se relacionan.

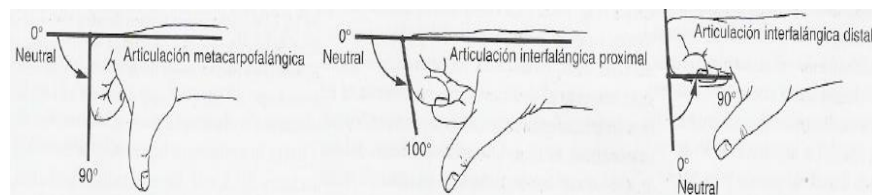
Cinemática

Las distintas formas de articulaciones de los dedos: Carpometacarpianas (CMC), Metacarpofalángicas (MCF) e interfalángicas (IF) son las responsables de las diferencia de los grados de libertad presente en los dedos. Los huesos metacarpianos y carpianos del segundo y tercer dedo constituyen la unidad inmóvil de la mano; las articulaciones del cuarto y quinto dedo tienen un movimiento de 10° a 15° de flexoextensión, y el dedo pulgar en su articulación CMC de 20° a 30° .

Las articulaciones MCF de los 4 dedos permiten movimientos de flexoextensión, pronosupinación y aducción-abducción, mientras que las articulaciones IF tanto proximales como distales solo permiten movimiento de bisagra, es decir de flexoextensión. (**VER FIGURA 14.**)

La amplitud de la flexion es de 110° o más y se produce en la articulación interfalángica proximal IFP y alrededor de 90° en la articulación interfalángica distal IFD [2].

Figura 13. Flexión de las articulaciones de los dedos



Fuente: Tomado de Nordin[2]

Interacción de mano- muñeca

El movimiento de la muñeca es esencial para aumentar el control motor fino de los dedos y la mano. La extensión de la muñeca trabaja con conjunto con la flexión de los dedos e incrementa la longitud de los músculos flexores, a medida que la muñeca cambia su posición las longitudes de funcionales de los tendones flexores de los dedos se alteran, por tanto las fuerzas resultantes de los dedos varían la habilidad de prensión. La mayor fuerza de prensión está en 20° de extensión de la muñeca, mientras que la menor a 40° de flexión; la mano en posición neutra tenía valores ligeramente menores al máximo [2, 10] *VOLZ Y HAZELTON*, sugieren que la prensión efectiva para la fuerza máxima es la muñeca en ligera extensión y desviación cubital.

5.2 SÍNDROME DEL CONDUCTO CARPIANO (SCC)

Ligado al ambiente laboral, el SCC está considerado como la primera causa de incapacidad en Colombia (con el 30% de los casos). Es una enfermedad que afecta una zona llamada túnel del carpo, que une el antebrazo y la mano. Es una estructura natural por donde cruzan nervios, arterias, venas y tendones.

Tiene lugar cuando el nervio mediano, que comprende desde el antebrazo hasta la mano, se presiona o atrapa dentro del túnel carpiano a nivel de la muñeca. Este nervio controla las sensaciones de la parte anterior de los dedos de la mano (excepto el dedo meñique), así como los impulsos de algunos músculos pequeños que permiten la movilidad de los dedos. Al comprimirse ocasiona dolores intensos en la mano afectada, por lo que requiere tratamiento [11]. **(VER FIGURA 15.)**

Entumecimiento, hormigueo y debilidad en la mano y los dedos son algunos de los síntomas asociados a esta dolorosa enfermedad. Estos síntomas son producidos por la compresión del nervio mediano que pasa por la muñeca. La sobrecarga que lleva a una excesiva tensión de los músculos flexores de los dedos, cuya

hinchazón presiona el nervio mediano [7]. Su aparición se da casi siempre después de los 30 años y es más común en mujeres que en hombres.

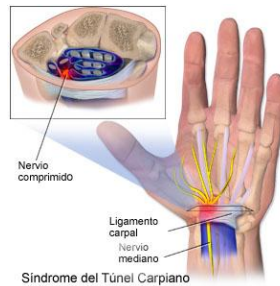
En un estadio inicial se caracteriza por sensación de parestesia en la región correspondiente del nervio, que ocasionalmente irradia a antebrazo y codo; aparece en reposo y la aparición de dolor es nocturna. A medida que la enfermedad progresa, el dolor se repite a lo largo de la noche provocando la interrupción del sueño. Tanto el dolor como las parestesias se prolongan durante el día afectando principalmente a los dedos pulgar, índice y anular [12].

Se puede acompañar de:

- Alteraciones del tacto en la punta de los dedos.
- Dificultad para realizar movimientos a causa de la debilidad de la musculatura
- Irradiación del dolor en sentido ascendente por el antebrazo, brazo y hombro
- En situaciones más avanzadas se producen:
- Trastornos del movimiento, disminución de la capacidad y fuerza para apretar las cosas
- Atrofia y pérdida de fuerza de la eminencia tenar (signo de Wallemberg)
- Fenómeno de Raynaud.

La evidencia sugiere que los factores de riesgo del SCC están relacionados con actividades que requieren movimientos repetitivos, la ejecución de grandes magnitudes de fuerza, adopción de posiciones y movimientos forzados con la mano, realizar el movimiento de pinza con los dedos en forma repetitiva y el uso regular y continuado de herramientas de mano vibrantes [12], tal y como se observa en la ejecución del corte de abdomen en el sector avícola, en donde los movimientos repetitivos junto a posiciones ergonómicamente inadecuadas hacen parte del modo actual de efectuar esta actividad.

Figura 14. Síndrome del túnel del carpo



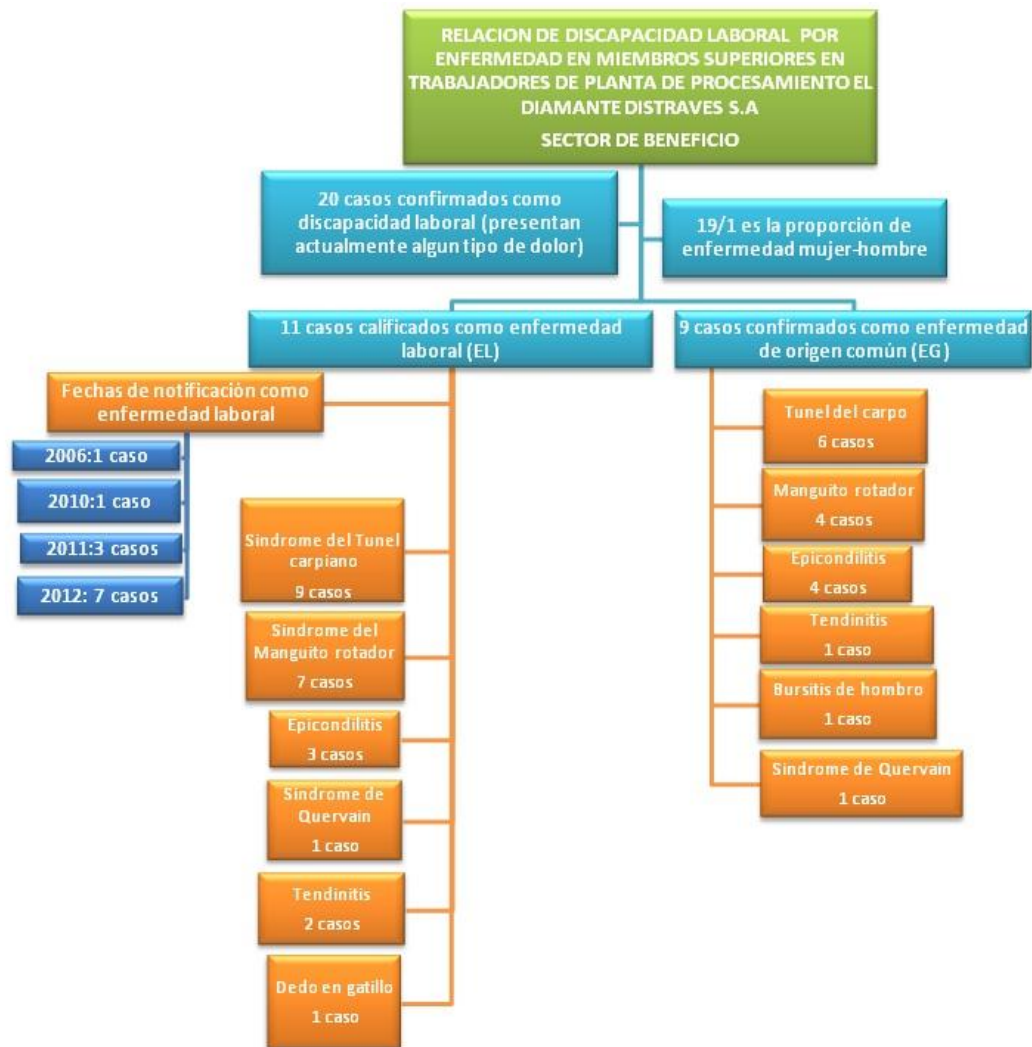
Fuente: Tomado de Internet

5.3 ESTADÍSTICAS DE MORBILIDAD Y ENFERMEDAD LABORAL EN DISTRAVES S.A

Distraves s.a es la empresa del sector avícola en la que se hizo el análisis de los puestos de trabajo en el área de beneficio, en la planta industrial el Diamante, km4 vía guatiguará, Piedecuesta.

Se muestra la relación de discapacidad laboral por enfermedad de miembros superiores entre los años 2006 y 2012. **(VER FIGURA 16.)** Vale la pena aclarar que algunos de los trabajadores que fueron calificados con enfermedad laboral, manifestaron más de una de estas patologías simultáneamente.

Figura 15. Relación de discapacidad laboral por enfermedad en miembro superior.



Fuente: Fuente: Archivo Distraves

Conclusiones

- Los trastornos acumulativos se presentan en una relación de frecuencia mayor en las mujeres que en los hombres, por dos razones fundamentales: efectúan tareas de repetición y precisión en mayor proporción que los hombres, quienes en su mayoría están encargados de las tareas con esfuerzos mayores. Además, las mujeres son más proclives a padecer trastornos de este tipo.

- Para que exista una calificación de enfermedad laboral, deben pasar cierta cantidad de tiempo, hasta que la EPS y la ARL determinen el origen de la enfermedad.
- Entre las enfermedades de origen laboral que involucran miembros superiores que más se presentan en los trabajadores el SCC es la que tiene más prevalencia.
- Patologías como Manguito rotador y Epicondilitis están directamente relacionadas con SCC.
- Entre las enfermedades de origen común el SCC también es la que presenta mayor cantidad de casos.

5.4 NORMATIVIDAD COLOMBIANA

5.4.1 Sobre enfermedad laboral. Según el instituto Colombiano de normas técnicas y certificación, ICONTEC, en su guía técnica colombiana para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración GTC 45, los decretos 1295 de 1994 y 1562 de 2012, han definido enfermedad laboral como: “Es la enfermedad laboral contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar.” [5, 13, 14]

El factor de riesgo es todo elemento cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él. El factor de riesgo por carga física o biomecánico se refiere a todos aquellos aspectos de la organización del trabajo, de la estación o puesto de trabajo y de su diseño que pueden alterar la relación del individuo con el objeto técnico produciendo problemas en el individuo, en la secuencia de uso o producción, incluye carga estática (postura de pie, sedente, otros) y carga dinámica (esfuerzos y movimientos)[5].

El gobierno nacional determina de forma periódica las enfermedades que se consideran cómo laborales y las expone actualizadas en el decreto 2566 de 2009, en el cual en el artículo 1°, numeral 37, define como Lesiones osteo-musculares y ligamentosas aquellas labores causadas por sobreesfuerzo físico, movimientos repetitivos y/o posiciones viciosas[15].

La guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes musculoesqueléticos relacionado con movimientos repetitivos de miembros superiores GATI-DME-MMSS (Síndrome de túnel carpiano, Epicondilitis, enfermedad de Quervain.) Identifica y evalúa los factores de riesgo para los DME aquellos con los que se han demostrado mayor asociación teniendo en cuenta las características de la exposición y organización del trabajo: Movimiento repetitivo, fuerza, posiciones forzadas, vibración, bajas temperaturas[16].

5.4.2 Para desarrollo de actividades del sector avícola. El ministerio de salud y protección social, establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las plantas especiales de beneficio de aves de corral, en el artículo **23 sección de evisceración y lavado de canales**, punto **2 requisitos de equipos y utensilios**:

2.1 Los equipos y utensilios deben estar contruidos en material sanitario, con diseño que evite la contaminación de la carne y productos cárnicos comestibles de aves de corral y con dimensiones acordes al volumen de beneficio.

2.2 El proceso de evisceración podrá hacerse de forma manual o mecánica, evitando riesgos de contaminación cruzada y garantizando las condiciones sanitarias del producto, esta operación debe efectuarse con el ave colgada. [17]

5.5 RECOMENDACIONES EXISTENTES

5.5.1 Para la actividad

- Uno de los mayores peligros de contaminación en la planta de proceso se encuentra en la evisceración, donde se extraen y se separan las vísceras comestibles y la no comestibles de la cavidad abdominal. En esta etapa se presenta contaminación por agentes patógenos debido a ruptura del intestino, presencia de heces en la superficie de la canal, de coliformes totales y fecales y contaminación química por el rompimiento de la piel. Esta etapa puede ser controlada mediante una supervisión frecuente de las operaciones de extracción de vísceras especialmente extracción de cloacas, **corte de abdomen** y extracción manual del paquete evisceral[18, 19].
- El corte abdominal puede ser horizontal, vertical o diagonal. Cualquiera de los cortes debe prevenir cortar la pechuga, muslos o intestinos. Los cortes deben ser lo suficientemente largos para permitir una evisceración sin problemas y un lavado fácil de la cavidad abdominal. La evisceración debe exponer el paquete completo de vísceras, prevenir daño al hígado y la vejiga y dejar la grasa en rama, que representa del 3% al 4% del peso del pollo adherida a la piel abdominal y no a la molleja.[20]
- La fuerza laboral es la principal responsable por el desempeño en la línea de evisceración y por lo tanto, por la calidad de los productos. Para obtener mejor resultado de este proceso las empresas avícolas deben colocar dentro de sus prioridades el invertir en programas de entrenamiento para operarios, la gente consciente, técnicamente educada y bien entrenada alcanzan usualmente un desempeño superior y por lo tanto, son menos propensos a cometer errores que pudieran comprometer localidad del producto.[21]

5.5.2 Técnicas

- Todos los equipos y utensilios deben ser diseñados y contruidos de modo de asegurar la higiene, permitiendo una fácil y completa limpieza, desinfección e inspección. De esta manera, los equipos fijos deben instalarse de modo tal que permitan un acceso fácil y una limpieza a fondo.
- Los materiales utilizados en los equipos y utensilios empleados en las zonas de procesamiento de aves no deben transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores al producto. No deben ser absorbente, pero si resistentes a la corrosión y al desgaste.
- Internacionalmente el material de preferencia en la industrial es el acero inoxidable.[19]
- Los cuchillos son la principal herramienta en procesos manuales. Es recomendable tener cuchillos con mangos y hojas anatómicas para suavizar el trabajo y minimizar la tensión muscular y el desgaste corporal debido a los repetitivos movimientos. Los cuchillos deben mantenerse afilados todo el tiempo. [22]
- El corte de abdomen es hecho a mano con un cuchillo, para un corte limpio de la piel, los cuchillos siempre deben estar afilados y en buena forma. Se debe contar con cuchillos de reemplazo para que los operarios puedan alternar sus herramientas y reducir la contaminación cruzada, todas las herramientas deben descansar dentro de esterilizadores mientras no estén en uso. [21]

5.5.3 Ergonómicas. El departamento del trabajo de los Estados Unidos, OSHA, en lo referente a salud ocupacional y administración de la salud advierte sobre las características específicas de la tarea de corte de abdomen que requiere uso de tijeras manuales, muchas empresas las han reemplazado por tijeras neumáticas, sin embargo existen riesgos específicos para la salud en el desarrollo de esta tarea en general[23]:

- Peligro ergonómicos por el uso de tijeras: el uso de tijeras es causa de estrés ergonómico en brazos, manos y dedos, la acción repetitiva de la apertura de la herramienta conlleva a la irritación e inflamación de los tendones, esto es especialmente observado en trabajadores que están ubicados muy arriba o muy debajo de la línea de colgado del pollo. El contacto con los aros de la tijera pueden causar daño en los nervios y vasos sanguíneos de las áreas de contacto. Se recomienda:
 - Usar de tijeras neumáticas
 - Rotar los empleados a tareas que no requieran uso de alguna herramienta
 - Proveer a los trabajadores herramientas de apertura automática.

- Alcanzar la altura del pollo: Los trabajadores requieren repetidamente tener acceso a las aves para el desarrollo de diferentes tareas, alcanzar el ave causa stress en los brazos, hombros y espalda porque el peso tanto de los brazos como de la herramienta debe ser soportados. Se recomienda:
 - Bajar la altura del pollo de modo que los trabajadores puedan trabajar con los codos cerca al cuerpo.
 - Instalar puestos con altura ajustable para que los empleados se acomoden correctamente.
 - Rotar a los trabajadores a puestos donde requieran el uso de otros grupos musculares.

- Permanencia de pie por tiempo prolongado: La permanencia de pie prolongado reduce el flujo de sangre hacia las piernas, fuerza a músculos específicos a trabajar por tiempo prolongado e incrementa el riesgo de fatiga y aparición de venas varicosas. Se recomienda:
 - Instalar asientos o desniveles que permitan a los trabajadores variar y soportar su peso en su estancia de pie.
 - Rotar a los trabajadores a puestos que no requieran tiempo prolongado de pie.
 - Proveer calzado que amortigüe la presión sobre los pies.

- Proveer descansa pies para que los empleados puedan variar su postura.

Conclusiones

- Dadas los referentes encontrados, queda claro que no existe unificación en el uso de herramientas para el proceso de eviscerado, ya sean manuales o mecánicas. Esto depende del acceso de la empresa a la tecnología, además del volumen de trabajo que manejen.
- El desarrollo del proceso de eviscerado depende de las condiciones de las instalaciones de cada fábrica en particular.
- Existen diversos factores que influyen en el desarrollo de la tarea de eviscerado tales como diseño de los puestos de trabajo, el tipo de herramientas utilizada y exigencias físicas propias de la jornada laboral.
- La tarea de corte de abdomen es especialmente importante dada su incidencia en una posible contaminación cruzada del pollo, se define con un corte que tiene una profundidad y longitud específicos, para no cortar accidentalmente elementos del paquete visceral.
- Debe haber un estudio del modo de corte actual para la determinación de características específicas del mismo en condiciones particulares estudiadas.
- A demás de herramientas que cumplan su función, el mejoramiento de biomecánica necesaria para ejecutar la tarea impactara positivamente en el resultado final.
- Disminuir los riesgos ergonómicos expuestos por OSHA en términos generales y particulares según las condiciones de la empresa y características de los trabajadores.
- Las herramientas utilizadas para el eviscerado deben ser de materiales sanitarios como Acero Inoxidable, utilizado frecuentemente en el sector de beneficio cárnico.
- Los cuchillos utilizados en la actualidad para esta tarea, deben estar afilados para evitar sobreesfuerzos de parte del trabajador.

- La herramienta que se diseñe para esta tarea debe permitir una limpieza y esterilización a fondo.
- Capacitación de los trabajadores en la nueva herramienta.
- Existen sugerencias para los empleadores respecto a la rotación entre empleados para favorecer un resultado positivo en el uso de la herramienta y factores influyentes.

6. ETAPA 1: ANÁLISIS DEL PROBLEMA

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE BENEFICIO ACTUAL DE LAS AVES SACRIFICADAS EN LA EMPRESA DISTRAVES S.A

6.1.1 Descripción de la estructura organizacional. En la planta de beneficio existen dos turnos de trabajo en los cuales se lleva a cabo la ejecución de esta tarea: un de 10 pm a las 6 am y el otro de 7 am a 5 pm, en ambos turnos se rotan las trabajadoras de estos 3 puestos aproximadamente una vez por jornada. Durante las jornadas de trabajo, hay descansos de 15 minutos. El primero después de las primeras 2 horas de trabajo en el cual se realizan pausas activas de aproximadamente 5 minutos, en las pausas activas se observan estiramientos de muñeca, dedos y en general extremidad superior.

Se observa en los puestos de trabajo el uso de botas de caucho, peto, guantes de goma y guantes de malla metálica, además de otros elementos necesarios como cofia, tapabocas y protección auditiva. Respecto a los aspectos ambientales se observa luz artificial focalizada directa, ausencia de corrientes de aire, solo aire acondicionado relativamente frio que pierde su calidad debido al movimiento constante, sobrepoblación y temperatura con la que llega el pollo a esta línea. El ruido estable bastante alto, el piso presenta un importante historial de accidentalidad por caídas debido a la humedad y a los residuos de material que caen al suelo, los chorros de agua constantes que recorren la línea de eviscerado y son utilizados para bajar la temperatura del pollo y a su vez los mantiene a los trabajadores con brazos y manos mojadas aunque utilicen una capa plástica transparente (opcional) utilizada encima del peto, sobrepoblación de personas de alrededor de 40 en un área reducida aproximadamente de 100m², almacenamiento de canastas plásticas limita el espacio para el tránsito (**VER FIGURA 17.**) y la distancia existente entre trabajador y trabajador puede ser

considerada mínima, puesto que cada puesto de trabajo esta inmediatamente uno al lado del otro y prácticamente trabajan hombro con hombro (**VER FIGURA 18.**)

Figura 16. Almacenamiento de canastas en vías de tránsito

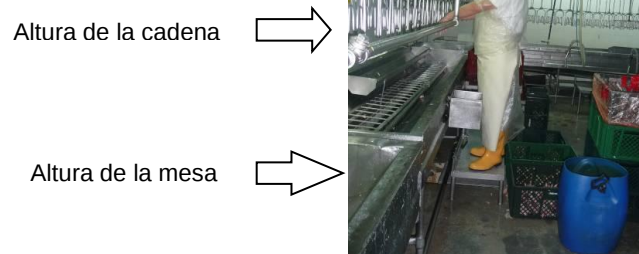


Figura 17. Distancia mínima entre trabajadores



El uso de plataformas diseñadas para compensar la variedad de estaturas de los trabajadores, puesto que la altura de la línea de trabajo es constante durante toda la línea de eviscerado, con aproximadamente 107 cm a la mesa y 147 cm a la cadena (**VER FIGURA19**), el uso de plataformas se hace necesario encontrándose 3 tipos de alturas disponibles, 15cms, 23 cm y 30 cm.

Figura 18. Uso de plataformas de compensación de estatura.



6.1.2 Descripción de los puestos de trabajo. El corte del abdomen del pollo es una tarea realizada en el proceso de beneficio del sector avícola. Se lleva a cabo por aproximadamente 7 trabajadoras que rotan por otros 2 puestos en una jornada normal de trabajo. Las tareas se dividen en revisado, el cual se encarga de la verificación del vaciado total de la cavidad abdominal del pollo para pasar al siguiente proceso, **(VER FIGURA 22)**, Cloaca, en el cual se retira este órgano del animal por medio de una pistola neumática, esta es la primera tarea de la evisceración, puesto que la cloaca contiene sustancias que pueden contaminar el resto del material, **(VER FIGURA 21)** y corte de abdomen el cual consiste en abrir la cavidad abdominal del pollo para permitir la extracción total de las vísceras en los siguientes puestos de trabajo, **(VER FIGURA 20)**. A pesar que el corte de abdomen no es una actividad constante para las trabajadoras pues en el transcurso de la jornada laboral alternan de actividad con cloaca y día por medio con revisado es en este donde se observa, en mayor proporción, el inconveniente de la variabilidad del factor antropométrico, en razón a la postura que precisan adoptar dependiendo de la característica de la actividad y de los elementos que se necesita para desarrollarla.

Figura 19. Actividad de corte de abdomen



Figura 20. Actividad de cloaca



Figura 21. Actividad de revisado



En el proceso de revisado las 4 trabajadoras son las encargadas de verificar el estado del pollo para cumplir con condiciones de calidad específicas; por ejemplo, deben descartar material con presencia de miembros amoratados, hongos, etc.,

además, deben sacar el corazón. Estos procesos están condicionados por el ritmo de la cadena, elemento mecánico que transporta el material desde la cuelga (sacrificio), pasando por el beneficio hasta el post-proceso (empaquetado y almacenamiento). El ritmo de la cadena se mide por la cantidad de pollos que pasan por las manos de un trabajador en un tiempo determinado; puede fluctuar desde 95 unidades por minuto en días de baja producción hasta 120 en alta producción. El proceso normal de revisado toma aproximadamente 0.6 segundos por pollo en una jornada normal de trabajo donde la cadena funciona a 110 pollos por minuto, esto demuestra que es una tarea altamente repetitiva en ciclos cortos de trabajo. Además, presentan una serie de tareas extras que involucran movimiento del tronco cuando es necesario descartar y sacar material de la cadena y ponerlo en otra zona. Esto involucra, además, los músculos Deltoides, Bíceps, Tríceps y los flexores de la mano en los brazos para el levantamiento del material. El grupo muscular de los Trapecios, dorsales y oblicuos del abdomen y el tronco que permiten la rotación sobre la pelvis. Asimismo, trabajo físico demanda una alta carga mental, puesto que la atención y observación son fundamentales para una discriminación efectiva en el proceso de control de calidad. Esta tarea está al final de la línea de beneficio del pollo.

Dos trabajadoras están encargadas del proceso de cloaca. Consiste en remover este órgano de la cavidad abdominal del pollo utilizando una pistola neumática. **(VER FIGURA 24)** La herramienta está suspendida por cables lo cual minimiza el esfuerzo para el levantamiento del peso de la misma. El ritmo de la cadena es el mismo en todas las etapas del proceso, por lo que también es considerada una tarea de ciclos cortos y trabajo repetitivo, sobre todo, con respecto a movimientos que se requieren como el de flexoextensión del hombro acompañado de una flexión media del codo y prensión digitopalmar incompleta de los dedos. **(VER FIGURA 24)**. Mantener la postura bípeda durante toda la jornada laboral (de entre 9 y 10 horas), puede derivar en la aparición de problemas de columna vertebral.

Esta tarea es la segunda, en el orden, que se lleva a cabo en la línea del beneficio y la primera que involucra el uso de una herramienta.

El proceso de corte de abdomen consiste en abrir y dejar expuesta la cavidad abdominal del pollo mediante un corte en tejidos blandos (piel), que unen los cuartos traseros con la pechuga del animal. Esta tarea concurre inmediatamente después de haberse retirado la cloaca. En el proceso de corte se utiliza un cuchillo que debe cumplir con unas especificaciones mínimas requeridas como, tener asa plástica y lisa que no presente imperfecciones o texturas que sometan la mano a puntos de presión específicos **(VER FIGURA 23.)** Las dos operarias cortan el tejido y afilan la herramienta según consideren necesario. Como elemento de protección personal se utilizan guantes de cota de malla de acero en la mano que no ejerce el corte, es decir, en aquella que sostiene el material mientras realiza la rápida tarea.

Figura 22. Herramienta utilizada para corte de abdomen



Figura 23. Pistola neumática para remoción de cloaca.



Dado que la tarea que se intervino fue el corte del abdomen, ésta está directamente relacionada con las otras dos, puesto que la rotación de las trabajadoras en estos 3 puestos de trabajo corresponde a una directriz de índole organizacional, esto repercute, necesariamente, en el incremento de la carga física acumulada, es decir, los movimientos y posiciones adoptados para la realización de alguna de las tareas inicia el proceso de fatiga muscular del trabajador antes de iniciar la tarea siguiente correspondiente a su actividad laboral común.

6.2 ANÁLISIS POSTURAL

A partir de videos tomados durante el desarrollo de la actividad (corte de abdomen) se hace una descripción de las posturas adoptadas y movimientos realizados de las extremidades superiores incluyendo cuello y tronco, así determinar el grado de mal posición actual.

6.2.1 Columna cervical-Cabeza. Se observa en algunas de las trabajadoras, inclinación lateral de la cabeza hacia la izquierda cuando realizaban el corte del abdomen. Se determina que realizan este movimiento para tener una mejor visibilidad del área de trabajo.

Figura 24. Análisis columna cervical 1



Se realiza un movimiento de flexión del cuello a la derecha en el momento de afilar la herramienta. Se alternan movimientos de inclinación del mismo a ambos lados en el ejercicio de la actividad durante toda la jornada laboral.

Figura 25. Análisis de columna cervical 2



Se observó que la diferencia de estatura de las trabajadoras no es determinante a la hora de posicionar la cabeza, aunque podría considerarse el movimiento de variación de inclinación como una “hábito” de trabajo adoptado por comodidad en la percepción visual.

Figura 26. Análisis de columna cervical 3



Además de la inclinación lateral descrita anteriormente, la columna cervical permanece en constante flexión, puesto que el nivel del plano de trabajo está muy por debajo del plano visual.

Figura 27. Análisis columna cervical 4



6.2.2 Tronco. Se observa una inclinación del tronco ocasionada por desnivel de los hombros debido a la tarea que realiza cada mano (derecha: manejo de la herramienta, izquierda: apoyo del pollo.)

Figura 28. Análisis del tronco 1



Durante la tarea de afilado de la herramienta se realiza una leve inclinación del tronco hacia la derecha, así como de la cabeza, debida a la baja altura del elemento afilador. Terminada la acción adopta de nuevo la posición descrita.

Figura 29. Análisis del tronco 2



6.2.3 Hombro- Codo. Durante la tarea de corte de abdomen se presenta un desnivel de los hombros, donde se eleva el brazo actuador (derecho). Existe, además, un movimiento de abducción de brazo derecho, por lo tanto, elevación del codo en flexión; pronosupinación de antebrazo y movimientos repetitivos. También se observa en la figura inclinación del tronco y cabeza.

Figura 30. Análisis de hombro-codo 1



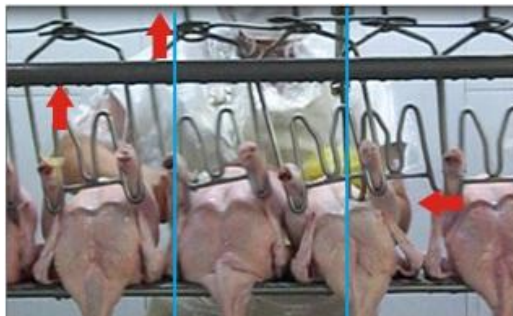
Se mantienen los movimientos repetitivos, la abducción del hombro con elevación de éstos en el plano escapular y alejamiento del codo del brazo activador; probablemente para alcanzar la altura del área de trabajo.

Figura 31. Análisis de hombro-codo 2



La abducción del brazo activador es constante durante toda la jornada de trabajo, mientras que el brazo de soporte se mantiene cerca al cuerpo.

Figura 32. Análisis de hombro-codo 3



Se observan movimientos de aducción del brazo motor para asentar el movimiento que permite el corte.

Figura 33. Análisis de hombro-codo 4



El brazo adopta posición anatómica neutra en el momento del afilado, sin embargo, puede estar acompañado de inclinación lateral del tronco.

Figura 34. Análisis de hombro-codo 5



6.2.4 Mano-muñeca. Se observa la muñeca en constante aducción o desviación cubital durante el agarre de la herramienta, es decir, durante la totalidad de la ejecución de la tarea de corte de abdomen, en la mano de la acción

Figura 35. Análisis de mano-muñeca 1



Desde el plano frontal se observa que existe la adopción de flexión en la muñeca.

Figura 36. Análisis mano-muñeca 2



Durante la atarea de afilado de la herramienta se observa el movimiento de pronosupinación del antebrazo. El brazo de soporte se mantiene inmóvil.

Figura 37. Análisis mano-muñeca 3



6.2.5 Dedos. Existe permanencia de flexión en las articulaciones interfalángicas proximales para permitir la adopción del agarre de tipo digitopalmar incompleto.

Figura 38. Análisis dedos



6.3 DEFINICIÓN DE LA POSTURA Y MOVIMIENTOS RECURRENTES EN CADA UNA DE LAS TAREAS

Para dar una visión general de todos los movimientos y posturas que implica el desarrollo de cada una de las tareas, se determinó a partir del análisis de cada segmento corporal involucrado, todas las implicaciones corporales simultáneamente presentes en la **TABLA 3** siguiente:

Tabla 3. Posturas y movimientos recurrentes en las tareas.

Corte de abdomen	Cloaca	Revisado
Inclinación lateral de tronco	Flexión de la columna cervical	Inclinación del tronco
Inclinación lateral del cuello	Ligera abducción de hombro en el brazo motor	Torsión del tronco
Aducción y abducción repetitiva en brazo motor	Flexión del codo en ambos brazos	Alto nivel de atención
Elevación del hombro en brazo motor	Movimientos repetitivos de flexoextensión en brazo motor	Movimientos de flexoextensión del hombro
Elevación de codo con flexión en brazo motor.	Desviación cubital de la muñeca motora	Flexión de ambos codos
Flexión de codo 90° en brazo de apoyo	Agarre digitopalmar completo y accionamiento de la herramienta con	Flexión de la columna cervical
Antebrazo en pronación, ambos miembros.	Simetría a nivel de los hombros	Se mantiene simetría a nivel de los hombros
Desviación ulnar de la muñeca motora.		
Flexión de la muñeca motora		
Flexión de los dedos a la altura de la articulación interfalángica proximal de mano motora		
Agarre de tipo digitopalmar incompleto de la herramienta.		

Conclusiones del análisis postural

Dado que estas tareas de cloaca, corte de abdomen y revisado debido a la organización interna, son ejecutadas por el mismo grupo de trabajadoras, se determina que los movimientos realizados que se repiten en los 3 puestos de trabajo repercuten en la tarea a intervenir.

- Existe una tendencia tanto de flexoextensión como desviación del tronco, esto puede desencadenar dolor en la zona lumbar y dorsal que puede empeorar debido a los movimientos de torsión y la carga de peso que se realiza.
- La flexoextensión la cabeza lo que puede llevar a dolor en la zona cervical y fatiga en los músculos asociados.
- En las 3 tareas descritas, la carga estática producto de la abducción sostenida del hombro de forma permanente se traduce como fatiga del grupo muscular asociado lo que ocasiona dolores de la espalda.
- Elevación de los hombros también es causa de fatiga muscular en la zona del cuello y la espalda alta.
- Trabajo repetitivo con codo elevado, es decir, alejado de la línea media del cuerpo tienden a elevar las probabilidades de aparición de epicondilitis por la carga estática presente en el antebrazo y mal posición de hombro- codo.
- Movimientos repetitivos de flexo-extensión causan stress en la articulación del hombro y músculos circundantes adicional a esto, el movimiento repetitivo de rotación interna y externa del brazo aumentan la probabilidad de aparición del síndrome del manguito rotador.
- Trabajo repetitivo con flexión de codo.
- Muñeca en permanente desviación ulnar más flexión desencadenan dolor que sube a nivel del antebrazo, causando stress. Factor fundamental de la aparición de síndrome del túnel carpiano.
- La posición de los dedos en constante flexión (para permitir agarre de la herramienta) por tiempos prolongados sin periodos para la recuperación de los tejidos, también es factor causante del síndrome del túnel carpiano.

- Agarre de tipo digitopalmar incompleto, lo que significa que el pulgar no ejerce ninguna tarea y no asume la responsabilidad en la conducción de la fuerza y la precisión a los 4 dedos restantes.

Para la tarea de corte del abdomen es necesario eliminar los movimientos repetitivos de abducción-aducción de brazo motor, eliminar la elevación en hombro- codo generada actualmente por el movimiento de levantamiento de la herramienta de corte y eliminar cualquier inclinación cubital o radial en la muñeca y generar la adopción de su posición neutra puesto que este es uno de los factores predominantes en la aparición de dolor y fatiga muscular y además para la aparición del SCC. Evitar o disminuir la frecuencia de flexión de los dedos.

Promover el uso de ambas manos simultáneamente, Permitir el apoyo de los brazos para contrarrestar la carga estática generada por la acción de los mismos, Mantener una amplia visibilidad sobre el área de corte y disminuir la flexión del tronco.

6.4 MÉTODO RULA PARA EL ANÁLISIS DE POSTURAS

La carga estática o postural es uno de los factores a tener en cuenta en la evaluación de condiciones de trabajo, para la evaluación del riesgo asociado a esta carga, en un determinado puesto. Con este propósito se desarrolló el método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Propuesto por los doctores *McAtamney & Corlett* en la Universidad de *Nottingham* para evaluar la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos de miembros superiores: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema músculo esquelético. Dado que la actividad estudiada de corte de abdomen en el sector avícola, se presenta desfavorablemente impactado mayormente en miembro superior, se propuso

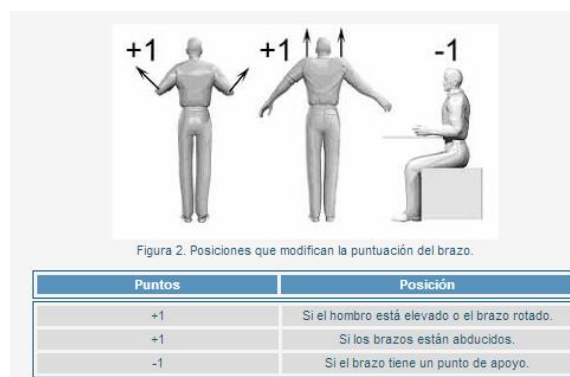
este método para la evaluación de la exposición de estos trabajadores, ya que ofrecía una visión focalizada en el problema que se estudió.

6.4.1 Descripción del método. Rula divide el cuerpo en dos segmentos: el segmento A que incluye miembros superiores y B que incluye tronco, cuello y piernas, tanto derecha como izquierda deben evaluarse por separado. Mediante tablas asociadas al método se asigna una puntuación en cada zona corporal y luego se asignara una puntuación global a cada uno de los grupos A y B. Para el propósito de este proyecto, solo se tiene en cuenta la evaluación de miembro superior, para ser consecuente con la tarea estudiada.

El valor final proporcionado por rula es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de modo que los valores mayores indican mayor riesgo de aparición de lesiones osteomusculares [3].

A continuación se presenta una breve explicación del sistema de puntuación de miembros superiores:

Figura 39. Modificación de puntuación RULA brazo



Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Figura 40. Puntuación método RULA brazo



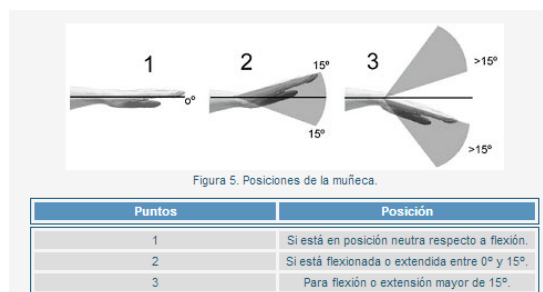
Fuente: Tomado de Ergonautas [3]

Figura 41. Modificadores Rula puntuación de la muñeca 1



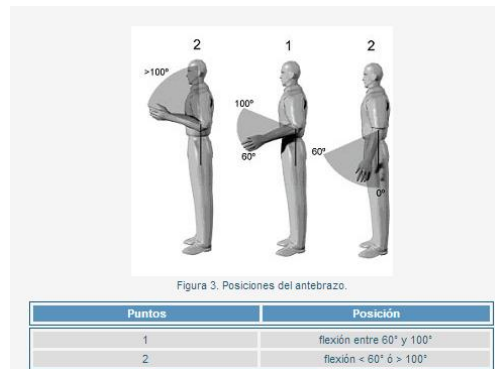
Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Figura 42. Puntuación de la muñeca RULA



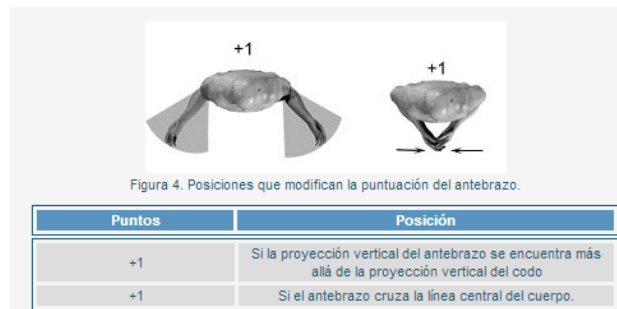
Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Figura 43. Puntuación del antebrazo



Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Figura 44. Modificadores de puntuación Rula antebrazo



Fuente: Tomado de Ergonautas [3]

Figura 45. Modificadores de puntuación Rula de la muñeca 2



Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Después de haberse terminado la calificación de la extremidad superior, se procede a dar valores finales a partir de las tablas existentes para este segmento **FIGURA 47.**

Figura 46. Puntuación global de miembro superior RULA

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Se agrega una última puntuación adicional que clasifica la actividad y la fuerza aplicada, sin embargo, de acuerdo a la actividad estudiada, no existe claramente levantamiento de peso, pero puede considerarse el peso mínimo presentado (en casos aislados), es decir de entre 0 a 2 Kg. Por lo consiguiente el valor en puntos para esta situación sería Cero (0), por lo tanto no se tendrá en cuenta a la hora de hacer la evaluación final.

Después de obtener todos los valores para cada uno de los segmentos que hacen parte el miembro superior, se hace una comparación de los valores obtenidos con la tabla de puntuación final (**VER FIGURA 49**), y se determina el nivel de actuación que se requiera para el trabajador evaluado. (**VER FIGURA 48**).

Figura 47. Niveles de actuación

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Fuente: Tomado de Ergonautas [3]

Figura 48. Puntuación final

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Tomado de ergonautas [3]

Con el análisis postural descrito, se evaluó RULA para esta situación la cual generó el estudio de esta problemática y esta es la tabla de resultados obtenidos:

Tabla 4. Evaluación global RULA para situación actual.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9
Nivel		Actuación							
4		Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea							

Como puede observarse según la evaluación RULA al puesto de trabajo tal y como está en la actualidad, se requieren cambios urgentes. El levantamiento de codos y hombros pesan en mayor proporción para esta evaluación lo cual da paso a la necesidad de implementar un sistema que minimice este impacto en los trabajadores.

6.5 CONSIDERACIONES EXISTENTES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MANUALES

En la siguiente tabla se encuentran clasificadas los criterios encontrados en la literatura acerca de las consideraciones para el diseño de herramientas manuales **TABLA 5**, La posición hace referencia a los ángulos, restricciones y posiciones de los segmentos de la mano; La dimensión hace referencia a los tamaños recomendados para el diseño de herramientas; La acción refiere a los movimientos recomendados tanto de la mano como de la herramienta y en otros se incluye otro tipo de recomendaciones.

Tabla 5. Consideraciones existentes para el diseño de herramientas manuales.

AUTORES	CRITERIOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA			
	POSICION	DIMENSION	ACCIÓN	OTRO
McCormick (1994)	Neutra de la muñeca		Largos movimientos	Control visual + sensaciones táctiles
	12° a 20° de dorsiflexión		Movimientos de entrada y salida	Barrera mecánica
	Desviación ulnar > 45° de			Incremento del contacto en las regiones Metacarpofalangicas y región tenar.
	Flexión palmar > 30°			
Carpenter (1956)[7]				Uso de ambas manos
Ergonomics and safety hand tool design[7]	Restringir movimientos de la muñeca.			Resorte + tope
Dempsey and Leman (1995)[24]				Cuchilla doblada no recta.
Pheasant and Scriven (1983) [25]		50mm a 60mm para máxima fuerza de agarre.		Diseño en asa para cada dedo.
		45-55mm separación óptima.		
Tom and Dempsey- Ergonomic design and evaluation of pliers [25]	+ - 5° en semipronación de la muñeca	5 a 10° de desviación del asa de la herramienta.	Asas dobladas para trabajos horizontales.	Asas dobladas
Principios generales del diseño de herramientas [26]		Peso de la herramienta menor a 2.2lb	Fuerza de agarre en línea con el centro de gravedad de la herramienta.	Resorte para facilitar apertura de la herramienta.

AUTORES	CRITERIOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA			
	POSICION	DIMENSION	ACCIÓN	OTRO
				Uso de resorte para apertura de herramienta.
Diseño, selección y uso de herramientas para aliviar el trauma en las extremidades superiores [27]		125mm de longitud con guantes.		Material compresible para el asa.
		100 a 125mm longitud sin guantes.		Material no poroso.
		Herramienta de 0.9kg a 1.75kg de peso.		No muescas ni ranuras para los dedos.
Ergonomic design criteria for pruning shears [28]	Mayor presión de la herramienta dirigida en área hipotenar.	Peso entre 0.4 y 2.3 kg	Uso de ambas manos.	Asa con diseño curvo, sin aristas.
	Evitar presión en: arco de la mano, nervio ulnar, hueso ganchozo y área entre pulgar e índice.	Tope de 15.2 a 16mm	Permitir uso ambidiestro.	Evitar ranuras.
	30° de extensión en la muñeca.	Longitud del asa 100mm, con uso de guantes: 125mm.	Atar herramienta a la muñeca (probabilidad de caída)	Uso de un tope.
	10° desviación ulnar.		Asa debe seguir la forma de la mano.	Mecanismo de retorno.

AUTORES	CRITERIOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA			
	POSICION	DIMENSION	ACCIÓN	OTRO
	Semipronacion.		El pulgar opere el mecanismo de bloqueo.	Consideración ambiental para escogencia de materiales.
		No exceder 16N de fuerza de operación por corte.		Material del asa debe equilibrar la temperatura del ambiente.
				Implementación de un sistema de guía.

6.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DE LA HERRAMIENTA

6.6.1 Requerimientos Cualitativos de diseño. A partir del análisis de las posiciones y movimientos de las trabajadoras, junto con las sugerencias tanto de diseño de herramientas como de posiciones funcionales recomendadas de los segmentos corporales, se definieron los requerimientos de diseño de este proyecto TABLA 6, los cuales están representados según 4 aspectos principales: Ergonómicos, Funcionales, Técnicos y Expresivo-formal.

Tabla 6. Requerimientos cualitativos de diseño.

Ergonómicos	Evitar movimientos repetitivos de flexión-extensión de hombro.
	flexión-extensión en m
	Evitar movimientos repetitivos de aducción-abducción en hombros.
	Mantener la elevación natural del hombro.
	Mantener el eje de movimiento del codo cerca de la línea media sagital del cuerpo.
	Permitir la posición funcional de la muñeca.

	Permitir la posición funcional del codo.
	Conservar el antebrazo en semipronación ($\pm 5^\circ$).
	Evitar movimientos repetitivos de flexo-extensión de los dedos.
	Contrarrestar las cargas estáticas y dinámicas con apoyos para miembro superior.
	Mantener postura de pie.
	Reducir al máximo la flexión, extensión y rotación del tronco.
	Evitar sobrecarga de movimientos y funciones del brazo motor.
	Permitir esfuerzos semejantes en ambos miembros.
	Uso simultáneo de ambas manos.
	Evitar manipulación de cargas pesadas.
	Evitar concentración de esfuerzos en segmentos corporales pequeños del miembro superior.
	Evitar inclinación lateral del cuello.
	Delimitar el área de trabajo buscando disminuir el gasto energético.
	Permitir el uso por zurdos y diestros.
Funcionales	Permitir completa visibilidad del área de corte
	Permitir el mantenimiento de la velocidad de la línea de producción.
	Conseguir un corte limpio del tejido abdominal.
	Evitar la posibilidad de daño en otras partes del ave.
	Uso simultáneo de ambas manos.
	Eliminar el uso de fuerza excesiva en las manos.
	Permitir un claro lenguaje de uso.
Técnicos	Propuesto en material sanitario internacionalmente establecido: acero inoxidable.
	Fácil mantenimiento, lavado y desinfección.

	Facilitar el reemplazo de la cuchilla de corte.
	Debe tener una barrera mecánica de tope.
	No deben existir muescas ni ranuras en la herramienta.
	Evitar partes sobresalientes que signifiquen presión en los tejidos blandos de las manos.
	Ser liviano
	No debe tener dispositivos eléctricos.
	La herramienta debe sujetarse a la superficie.
	Evitar voluminosidad o exceso de material.
	Su configuración formal debe ajustarse a su entorno.
	Generar sensación de solidez y seguridad.
	Evitar la presencia de aristas

6.6.2 Requerimientos cuantitativos. A partir de las sugerencias de diseño de herramientas, como de las posturas funcionales recomendadas de los segmentos corporales, se definieron los requerimientos cuantitativos o parámetros de diseño para el proyecto. En la TABLA 7 están representados según los aspectos principales: funcionales y técnicos.

Tabla 7. Requerimientos cuantitativos de diseño.

Tipo	Parámetro	Medida	Uni	Observación
Técnicos	Peso máximo de la herramienta	2	kg	
	Máximo de puntos de apoyo	2	unidades	Sean por suspensión o sujeción
	Apoyos para miembro superior	2		Cada brazo
Funcional	Angulo de visibilidad	60	grados	Medidos desde la línea visual horizontal.
	Altura de la cuchilla	147	cm	Medidos desde el nivel del piso.

Tipo	Parámetro	Medida	Uni	Observación
	Longitud máx. de la cuchilla	15	cm	
	Fuerza máxima de accionamiento.	16	N	

6.6.3 Características ergonómicas de la herramienta. Para determinar las características ergonómicas de la herramienta de corte se hizo un barrido desde las recomendaciones en la literatura para el diseño de herramientas manuales. TABLA 5, el estudio de la biomecánica y posiciones funcionales de los segmentos corporales, el análisis de posiciones adoptadas actualmente en el puesto de trabajo y las características del entorno de trabajo las cuales la mayoría de ellas son inmodificables. De esta forma todas estas recomendaciones y conclusiones llevaron a determinar las posiciones y movimientos que permitieron cumplir el objetivo de este proyecto, los cuales se presentan en la tabla siguiente descritos desde cada uno de los principales segmentos corporales involucrados en el desarrollo de la tarea. TABLA 8.

Tabla 8. Condiciones anatómicas de miembro superior.

Hombro				
Posición	Movimiento	Rango	Músculos involucrados	Articulaciones involucradas
Neutro	Flexo-extensión Sobre el eje anteroposterior. Plano sagital.	30° extensión 45° flexión	Deltoides: posterior, medio y anterior; Pectoral mayor, Biceps.	Próximal
Codo				
Flexión		90°	Braquial anterior, Bíceps braquial y Braquioradial.	Humerocubital Humerorradial

Hombro

Posición	Movimiento	Rango	Músculos involucrados	Articulaciones involucradas
Pronosupinación		neutro	Pronador redondo y cuadrado; Supinador corto y largo.	Radiocubital próxima y distal.
Paralelo a eje sagital del cuerpo.		0°		
	Extensión	Máx. 30°	Triceps braquial, Anconeo.	Humerocubital Humerorradial

Muñeca

Extensión		Máx. 10°	Cubital posterior	Radiocarpiana Mediocarpiana
Aducción		Máx. 5°	Cubital posterior	Radiocarpiana Mediocarpiana.
	Neutro	0°		

Dedos

Flexión		0° MCF 90° IFP 90° IFD	Flexor superficial, Flexor profundo.	Metacarpofalángica, Interfalángica proximal y distal.
---------	--	------------------------------	---	--

Pulgar

Antepulsión		40°	Flexor largo/corto.	Metacarpofalángica
Abducción		20°	Abductor largo/corto.	MCF
	Oposición/Flexión /Rotación.		Opositor	MCF, ID

Después de especificadas las condiciones de los miembros superiores que intervienen en la tarea, se especifican **TABLA 9**, las condiciones funcionales de la mano para procurar su posición neutra y por lo tanto evitar fatiga en los músculos de la misma.

Tabla 9. Condiciones funcionales de la mano.

Tipo	Condición
Prensión	La fuerza de prensión debe adaptarse al peso del
Fuerza	Flexión digitopalmar de 25kg para mujeres.
Carga	Evitar con puño totalmente cerrado

7. ETAPA 2: DISEÑO CONCEPTUAL

7.1 GENERACIÓN DEL CONCEPTO

De acuerdo con la metodología planteada para el desarrollo del proyecto, después de definir los requerimientos de diseño para la herramienta que lleven a cumplir con el objetivo principal, se empieza una etapa de definición del concepto a desarrollar, que busca además de definir las funciones, define la configuración formal del objeto.

Para desarrollar el concepto de diseño a trabajar se dividió la totalidad del sistema en subsistemas fundamentales los cuales generaron una solución específica por separado; Al final la conjunción de estas soluciones generaron las alternativas finales.

7.2 ORGANIZACIÓN DEL CONCEPTO

Se dividió el sistema en 3 subsistemas: Forma de corte, Posicionamiento de los brazos y Movimientos requeridos, los cuales fueron definidos por características individuales que debieron aplicarse a las alternativas para cumplir el objetivo de lograr una correspondiente solución a cada subsistema y por consiguiente al sistema general. **(VER FIGURA 50.)**.

Figura 49. Definición de subsistemas del concepto



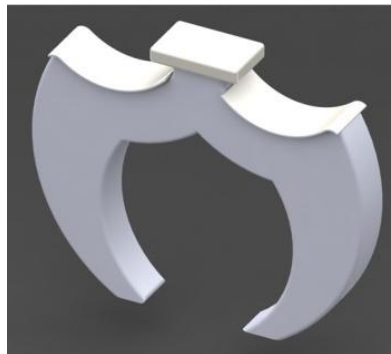
8. ETAPA 3: REPRESENTACIÓN DE ESQUEMAS

8.1 ALTERNATIVAS DE CONCEPTO

Después de la determinación de los requerimientos y las características ergonómicas de la herramienta, se generaron 2 alternativas del concepto a trabajar que cumplen de una manera global estas condiciones. A continuación se presentan estas alternativas junto a la descripción de su funcionamiento y el correspondiente análisis de ventajas y desventajas.

8.1.1 Alternativa 1: Alternativa de suspensión en la mesa

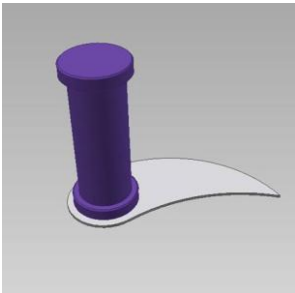
Figura 50. Alternativa 1



Descripción	
Dispositivo que se apoya sobre la mesa de trabajo. Permite apoyar los brazos a la altura del antebrazo, posee una cuchilla fija ubicada en la parte superior frontal. Su forma de uso consiste en direccionar el pollo cuando este vaya pasando colgado de la cadena, hacia la cuchilla la cual está ubicada a la altura del abdomen del pollo y permitirá el corte debido a la velocidad que lleva el mismo y la fuerza ejercida por el usuario para acercarlo a la cuchilla.	
Ventajas	Desventajas
Disminución de carga estática	Voluminosidad
Elimina levantamiento de codo y hombro.	Requiere modificar la mesa de trabajo para permitir apoyo.
Uso de ambas manos simultáneamente	Limitación de movimiento de los brazos

8.1.2 Alternativa 2: Alternativa de uso libre

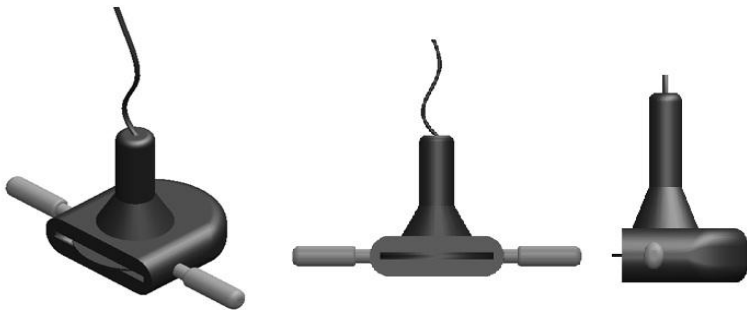
Figura 51. Alternativa 2



Descripción	
Dispositivo de uso libre, es decir no está sujeto a ninguna parte del puesto de trabajo. Reemplaza la herramienta actual de corte (cuchillo), posee asa vertical y hoja de corte horizontal y topes a los extremos del asa. Su forma de uso es semejante al utilizado actualmente, la variación que se aprecia en la forma en cómo el nuevo usuario asiría el dispositivo, permitiéndole mantener la muñeca recta. Consiste en cortar con el mismo movimiento	
Ventajas	Desventajas
Liviana, constaría de un peso de menos de 2kg.	Existen los mismos movimientos de levantamiento de codo y hombro.
Permite posición neutra de la muñeca.	Toda la tarea recae sobre una sola mano
Lenguaje de uso claro	

8.1.3 Alternativa 3: Alternativa colgante.

Figura 52 Alternativa 3



Descripción	
Dispositivo colgante, está suspendido por medio de una cadena que pende de la estructura del techo. Tiene dos asas horizontales a cada lado de la caja de corte la cual contiene en motor neumático en la parte superior y una cuchilla ubicada horizontalmente para permitir el corte. Este sistema consiste en empujar la caja de corte sosteniéndola por las asas, en dirección de la cadena de la cual pende el pollo y facilitar el corte dirigiendo la cuchilla al área del abdomen.	
Ventajas	Desventajas
El peso de la herramienta está suspendido del techo.	Posible balanceo de la herramienta que puede interferir con la cadena.
Permite control total de la herramienta.	La visibilidad del área de corte puede verse disminuida debido a la ubicación del motor en la parte superior de la caja de corte.
Lenguaje de uso claro.	Para su instalación requiere elementos extras que deben ubicarse en la parte superior de la línea de eviscerado, lo cual incrementaría el costo de fabricación.

8.2 CLASIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

A partir de los requerimientos cuantitativos establecidos anteriormente en el punto “Determinación de las características y parámetros de la herramienta”; se elaboró una matriz para evaluación de las alternativas propuestas y escoger aquella que respondiera satisfactoriamente a lo establecido; sin embargo, no todos los requerimientos definidos impactan de igual manera el desempeño final de la herramienta, por lo tanto el valor de los mismos varía en el momento de evaluar las alternativas. Se exponen los requerimientos y el valor de cada uno en la siguiente tabla. TABLA 10.

Tabla 10. Clasificación de requerimientos de diseño.

Requerimientos	Requerimiento final	Ponderación
ERGONÓMICOS		
Evitar movimientos repetitivos de flexión-extensión de hombro.	Prevención de movimientos repetitivos	6
Evitar movimientos repetitivos de aducción-abducción en hombros.		
Evitar movimientos repetitivos de flexo-extensión de los dedos.		
Mantener la elevación natural del hombro.		6
Mantener el eje de movimiento del codo cerca de la línea media sagital del cuerpo.		5
Permitir la posición funcional de la muñeca.	Generar posiciones funcionales de los segmentos del brazo	7
Permitir la posición funcional del codo.		
Conservar el antebrazo en semipronación.		
Evitar sobrecarga de movimientos y funciones del brazo motor.	Contrarrestar y evitar cargas al miembro superior	5
Contrarrestar las cargas estáticas y dinámicas con apoyos para miembro superior.		
Evitar inclinación lateral del cuello.	Reducción mal posición de espalda y cuello	4
Reducir al máximo la flexión, extensión y rotación del tronco.		
Uso de ambas manos.	Procurar uso de ambas manos en igual proporción.	3
Permitir esfuerzos semejantes en ambos miembros.		
Delimitar el área de trabajo buscando disminuir el gasto energético.		1
Evitar manipulación de cargas pesadas.	Disminución de carga y esfuerzos	3
Evitar concentración de esfuerzos en segmentos corporales pequeños del miembro superior.		
Permitir el uso por zurdos y diestros.		3
FUNCIONALES		
Permitir completa visibilidad de la zona de corte del pollo y entrada de la cuchilla.		7

Requerimientos	Requerimiento final	Ponderación
Permitir ser usado mientras el ave está colgada y mantienen la velocidad de la cadena.		5
Permitir un corte limpio del tejido abdominal.	Permitir corte requerido para una evisceración exitosa	7
Permitir el corte con la longitud necesaria para garantizar el eviscerado.		
Evitar la posibilidad de daño en otras partes del ave.		
Uso de ambas manos simultáneamente.		4
Evitar el exceso de fuerza para su operación.		4
TECNICOS		
Evitar voluminosidad o exceso de material.		1
Fácil mantenimiento, limpieza y desinfección.		5
Permitir reemplazo de la cuchilla de corte.		5
Liviano		1
No deben existir muescas ni ranuras en la herramienta.	Evitar partes que puedan lastimar tejidos blandos.	4
Evitar partes sobresalientes que signifiquen presión en los tejidos.		
Debe existir una barrera mecánica de tope.	Mecanismo de protección y guía.	2
Sistema guía.		
Permitir estar suspendida o sujeta a una superficie.		2
Evitar presencia de aristas.		1
EXPRESIVO-FORMAL		
Permitir un claro lenguaje de uso		3
Su configuración formal debe ajustarse a su entorno.		1
Evitar texturas que permitan guardar residuos.		3
Generar sensación de seguridad		2

8.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con base en los requerimientos establecidos las alternativas propuestas se evaluaron para escoger la alternativa final que se continuó desarrollando. Se otorgó una calificación en una escala de 1 a 5, dónde cada valor representa el nivel de cumplimiento del requerimiento por parte de la propuesta, definidos de la siguiente forma:

1	Insuficientemente alcanzado
2	Escasamente alcanzado
3	Medianamente alcanzado
4	Suficientemente alcanzado
5	Excelentemente alcanzado

En la **TABLA 11** se exponen los resultados de la evaluación de los requerimientos, su valor en porcentaje, la calificación por cada alternativa y respectiva ponderación.

Tabla 11. Evaluación y selección de alternativa definitiva.

REQUERIMIENTOS	%	1		2		3	
		Cal	E.P	Cal	E.P	Cal	E.P
Ergonómicos							
Prevención de movimientos repetitivos.	6	4	0.24	1	0.06	3	0.18
Mantener la elevación natural del hombro.	6	5	0.3	2	0.12	4	0.24
Mantener el eje de movimiento del codo cerca de la línea media sagital del cuerpo.	5	5	0.25	2	0.1	4	0.2
Generar posiciones funcionales de los segmentos del brazo	7	4	0.28	3	0.21	4	0.28
Contrarrestar y evitar cargas al miembro superior.	5	5	0.25	1	0.05	2	0.1
Reducción mal posición de espalda y cuello.	4	4	0.16	2	0.08	3	0.12
Procurar uso de ambas manos en igual proporción.	3	5	0.15	1	0.03	5	0.15

REQUERIMIENTOS	%	1		2		3	
		Cal	E.P	Cal	E.P	Cal	E.P
Delimitar el área de trabajo buscando disminuir el gasto energético.	1	5	0.05	3	0.03	5	0.05
Disminución de carga y esfuerzos	3	4	0.12	3	0.09	3	0.09
Permitir el uso por zurdos y diestros.	3	5	0.15	5	0.15	5	0.15
Funcionales							
Permitir completa visibilidad	7	4	0.28	4	0.28	1	0.07
Permitir ser usado mientras el ave está colgada y mantienen la velocidad de la cadena.	5	5	0.25	5	0.25	5	0.25
Permitir corte requerido para una evisceración exitosa.	7	5	0.35	5	0.35	5	0.35
Uso de ambas manos.	4	5	0.2	1	0.04	5	0.2
No requerir de esfuerzo excesivo para su uso.	4	5	0.2	4	0.16	5	0.2
Técnicos							
Evitar volumen excesivo de material.	1	1	0.01	5	0.05	4	0.04
Fácil mantenimiento, limpieza y desinfección.	5	5	0.25	5	0.25	5	0.25
Permitir reemplazo de la cuchilla de corte.	5	5	0.25	5	0.25	5	0.25
Liviano	1	1	0.01	5	0.05	1	0.01
Evitar partes que puedan lastimar tejidos blandos.	4	4	0.16	5	0.2	4	0.16
Mecanismo de protección o guía.	2	1	0.02	1	0.02	1	0.02
Permitir estar suspendida o sujeta a una superficie.	2	5	0.1	1	0.01	5	0.1
Evitar presencia de aristas.	1	4	0.04	5	0.05	4	0.04
Expresivo-formales							
Permitir un claro lenguaje de uso	3	3	0.09	5	0.15	3	0.09
Su configuración formal debe ajustarse a su entorno.	1	2	0.02	5	0.05	2	0.02
Evitar texturas que permitan guardar residuos.	3	5	0.15	5	0.15	4	0.12
Generar sensación de seguridad	2	4	0.08	3	0.06	2	0.08
Total		4.41		3.29		3.82	

Conclusiones:

- Los requerimientos que promovían la mejora de las posturas fueron consideradas con el porcentaje más alto para la evaluación, seguidos de los encargados de la funcionalidad.
- La propuesta n° 1 basada en un elemento para apoyo en la mesa, tuvo la mayor calificación.
- Se deben corregir y afinar aspectos de esta alternativa tales como la distancia de la cuchilla a la cadena, las dimensiones del elemento, definición del modo de corte, etc. para acercarla lo más posible al cumplimiento a cabalidad de todos los requerimientos establecidos.
- Se definieron los detalles de esta alternativa a partir de las pruebas de concepto realizadas en el lugar de trabajo.
- El sistema colgante tuvo como mayor impedimento la visibilidad obstaculizada, característica muy importante en el control del corte.

8.4 PRUEBA DE CONCEPTO 1: MODELO SOPORTE MESA DE TRABAJO

Como parte de la etapa de representación de esquemas, las pruebas de concepto son representaciones de un posible modelo final llevados al sitio real de trabajo, dónde se dimensionaron y definieron otras características de acuerdo al espacio de trabajo y a lo observado en la interacción entre el trabajador y la propuesta.

La alternativa de soporte a la mesa de trabajo número 1 fue la que obtuvo mayor puntuación en la evaluación de cumplimiento de requerimientos, lo que indicó que desde este momento se trabajó en su desarrollo, detalles y características del mismo para así adecuarlo y acercarlo a lo que sería un modelo real cumpliendo las especificaciones requeridas. Lo que indica que a partir de ahora se trabajará para desarrollar en detalles las cualidades del mismo para que cumplan a cabalidad las especificaciones requeridas.

Se elaboró un modelo formal inicial (**VER FIGURA 54**), con dimensiones tales como altura y distancias entre miembros aproximadas al adecuadas según el promedio de las trabajadoras de este puesto, para cumplir con los requerimientos de posición de miembros en su ubicación en el puesto de trabajo real en la planta de procesamiento de Distraves S.A. (**VER FIGURA 55**). En la cual se determinaron una serie de características a modificar de acuerdo a la disposición que se obtuvo.

Figura 53. Modelo para prueba de concepto

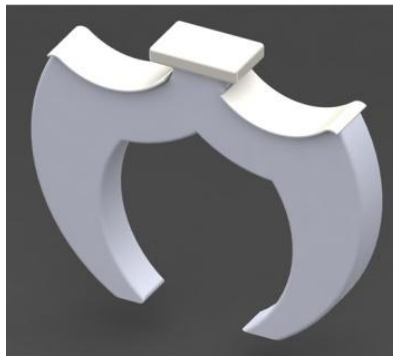


Figura 54. Modelo de prueba de concepto 1



A partir de las observaciones y conclusiones que se obtuvieron, se determinó la necesidad de realizar cambios a la estructura de la alternativa propuesta. Además de las observaciones directas, la operaria manifestó su favorabilidad por el concepto de uso del dispositivo herramienta.

Se observó que con respecto a las dimensiones que presentaba ese modelo formal, la distancia del apoyo en los antebrazos y la de la cadena de producción era muy corta. **(VER FIGURA 57)**. Lo cual no permitía el espacio suficiente para realizar una sujeción del pollo y el posterior acercamiento a la cuchilla.

En la **(VER FIGURA 56)** se esquematiza las modificaciones respecto a la distancia entre la cadena de producción y el apoyo en los antebrazos. La principal es la adición es de aproximadamente 15cm de distancia, entre estos dos puntos, el cual acerca el dispositivo al cuerpo del trabajador permitiendo una reducción en la flexión del tronco como se aprecia en la **(VER FIGURA 58)**.

Se propuso dotar al sistema con alturas ajustables en 3 niveles: a 37 cm, 39 y 41 cm desde el nivel del mesón para los soportes de los antebrazos los cuales proporcionaron mayor libertad en su posición a las trabajadoras.

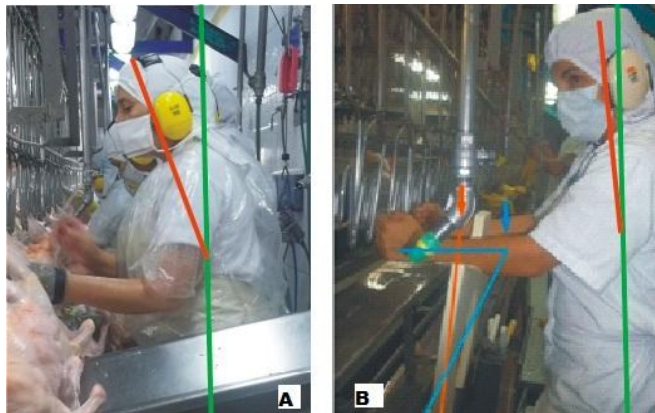
Figura 55. Modelo de prueba de concepto 2



Figura 56. Modelo de prueba de concepto 3



Figura 57 Modelo de prueba de concepto 4. Antes y después



8.5 PRUEBA DE CONCEPTO 2: MODELO SOPORTE MESA DE TRABAJO

Las modificaciones derivadas de la prueba anterior fueron aplicadas a un segundo modelo (**VER FIGURA 60**). Con el cual, a través de la misma dinámica que el anterior, se definieron otra serie de modificaciones para acercarse aún más a un modelo formal definitivo.

Se ilustra la compatibilidad entre las dimensiones del dispositivo de apoyo y los antebrazos de la operaria, aspecto primordial planteado en el proyecto. (**VER FIGURA 59**). Esta nueva situación permitió indudablemente la mejora en la posición de toda la extremidad superior durante el desempeño de la tarea de

corte, puesto que permitió el apoyo de la extremidad sobre una zona específica que cumple esta función y posiciona más manos justo encima de la cuchilla para evitar posibles riesgos en cuanto al contacto con la cuchilla. Además, la trabajadora dispuso de un rango de visión amplio sobre el área de corte, aspecto importante para la seguridad de los mismos. Sus manos se ubicaron por encima del nivel de la cuchilla para contrarrestar el riesgo por accidente por corte con el dispositivo.

Figura 58. Modelo de prueba n°2



Figura 59 Sistema de modelo de prueba n°2



8.6 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS A PARTIR DE PRUEBAS DE CONCEPTO

A partir de las pruebas de concepto se desarrolló una alternativa que cumplía con las mismas dimensiones y características necesarias para efectuar la función establecida, variando entre ellas el modo de uso y posición de miembro superior.

8.6. 1 Alternativa 1: Soporte de antebrazos

Figura 60. Alternativa 1: soporte en antebrazos.



Descripción	
La alternativa de soporte de los antebrazos permite al trabajador en primera medida apoyar sobre una superficie lisa los antebrazos de modo que para el funcionamiento del sistema, el trabajador debe deslizar los brazos en esta área para atraer el pollo con las manos y acercarlo a la cuchilla que está protegida por un sistema retráctil que se guarda o se sale dependiendo al toque con la cuchilla. Tiene un motor neumático que permite el giro de la cuchilla.	
Ventajas	Desventajas
Permite un apoyo total de los antebrazos disminuyendo la carga estática de miembros superiores. (VER FIGURA 62.)	Puede promover movimientos repetitivos de la muñeca, si no se hace correctamente el movimiento establecido de los brazos.
Permite total visibilidad del área de corte. (VER FIGURA 63)	Encasilla el movimiento natural del trabajador.
Hace un corte efectivo en el área requerida.	De acuerdo a la velocidad de la cadena, la acción de atraer el pollo requiere una velocidad similar.
Define el área de trabajo para esta tarea dentro de la línea de eviscerado.	Su estructura base, debido a lo intrínseco de sus líneas puede acumular residuos.

Figura 61. Apoyo para antebrazos



Figura 62. Visibilidad del área de corte



8.6.2 Evolución de alternativa 1: Empuje de la cuchilla

Figura 63 Evolución de alternativa: empuje de cuchilla.



Descripción	
La alternativa de empuje de la cuchilla permite al trabajador por medio del agarre de dos asas ubicadas en la parte superior del sistema empujar la caja de corte donde se encuentra la cuchilla hacia adelante en donde está pasando por la cadena el pollo. Por medio de dos resortes laterales, la caja retrocede automáticamente y vuelve a su posición inicial. Las manos están ubicadas fuera del área de corte, muy por encima del mismo. Tiene un motor neumático que acciona la cuchilla.	
Ventajas	Desventajas
Las manos están ubicadas por fuera del área de corte, lejos de la cuchilla.	Requiere la fuerza necesaria para comprimir dos resortes.
Permite total visibilidad del área de corte.(VER FIGURA 65)	De acuerdo a la velocidad de la cadena, la acción de atraer el pollo requiere una velocidad similar.
Hace un corte efectivo en el área requerida.	
Define el área de trabajo para esta tarea dentro de la línea de eviscerado.	
Las asas verticales promueven la correcta posición de la muñeca, disminuyendo posiciones de flexo-	

Descripción
extensión y la desviación radial- cubital.(VER FIGURA 65)
Claro lenguaje de uso
Apoyo relativo del miembro superior a la altura de la mano, que no encasilla al trabajador en una sola posición.
Promueve el uso de ambas manos con carga similar de trabajo.

Figura 64.Visibilidad y posición finales.



Conclusiones:

Después de desarrollar los detalles de la alternativa inicial, tales como, la protección de las manos del trabajador en relación al funcionamiento de la cuchilla y la posición de las mismas, se ha llegado a un punto en el cual el sistema cumple en cuanto a permitir la tarea efectiva y un alivio físico para el trabajador.

Permitir la correcta posición de las manos y las muñecas en el accionamiento del sistema es el punto principal a partir del cual se observará un alivio de la carga física en el desarrollo la tarea de corte de abdomen.

El hecho que el trabajador pueda mantener alejados sus miembros de la cuchilla y a su vez tenga una visión no obstaculizada de la cuchilla y la zona de corte, permite el desarrollo efectivo de esta tarea.

Así pues, se puede concluir que a partir de las mejoras hechas desde las pruebas de concepto hasta la alternativa final, este sistema cumple favorablemente con los requerimientos propuestos para su desarrollo.

9. ETAPA 4: ETAPA DE DESARROLLO DE DETALLES

A partir de la definición de cualidades como dimensiones, modo de empleo y elementos agregados en la etapa anterior, se empezó a detallar cada uno de estos elementos por separado para al final concurrir en el sistema terminado.

9.1 ASAS

Para el diseño de las asas se definió como un agarre de fuerza. La forma del asa puede determinar la máxima fuerza ejercida con esta forma. Se consideró la forma del asa correspondiente a la ejecución del 95% de la fuerza, puesto que debido al uso de guantes, la fuerza se ve reducida de un 10 a 20% [29], la cual indica una reducción de máximo al 75% de la fuerza ejercida por el usuario. Las dimensiones del asa están propuestas según las medidas antropométricas de la población nororiental colombiana. Se trabajó con el percentil 50 para hacer una mayor inclusión de la población femenina en general de mujeres entre 25 y 31 años[30]. (VER TABLA 12).

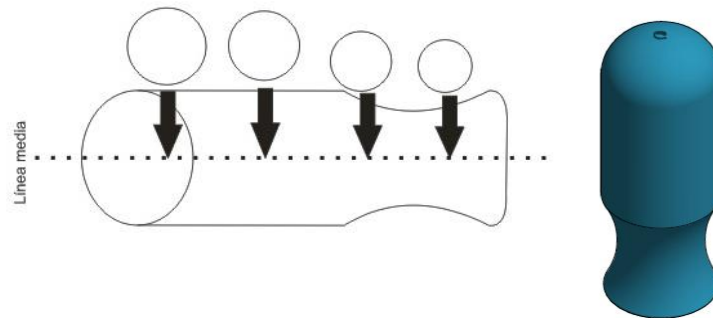
Tabla 12. Datos antropométricos Mano. P50.

Datos antropométricos de la MANO por edad: 25_31 años mujeres.	
	Percentil 50
Anchura palma de la mano	7.6
Longitud de la mano	16.4
Longitud de la palma de la mano	9.8
Anchura de la mano	8.9
Espesor de la mano	2.4

Debido al uso de guantes de malla de acero, 0.25mm corresponde al grosor de los aros metálicos los cuales rodean el asa y compensan la reducción del volumen de la misma en su circunferencia.

La posición de los dedos en el asa acorta la distancia entre el cuarto y quinto dedo a la línea media del asa (**VER FIGURA 67**), lo cual maximiza la ejecución de su fuerza al momento del agarre y estabiliza la aprehensión del asa[25].

Figura 66. Posición de los dedos en el asa.



9.2 RESORTE

El diseño del resorte se tuvo en cuenta la distancia de compresión del mismo, el material y la fuerza máxima efectuada por el usuario. La extremidad superior en flexión de 90° tiene un límite de 37kg de fuerza [1] (**VER TABLA 2**), sin embargo la fuerza máxima aceptable para el empuje en mujeres indica que para el percentil 95 y un desplazamiento de menos de 2 metros la fuerza inicial requerida para empezar el movimiento del elemento debe ser de máximo de 14kg y la fuerza sostenida para mantener el movimiento el objeto es de 6kg [32]. La fuerza inicial es Entonces, para el diseño del resorte se inició con la aplicación de la ley de Hook donde: $f=k.x$. F, representa la fuerza ejercida necesaria en Libras (lb) K, es la constante de elasticidad del resorte y x, es el desplazamiento en Pulgadas (in) (a compresión en este caso).

$$F=5.5 \text{ kg.f} = 12.13 \text{ Lb}$$

$$X= 0.065\text{m} = 2.56 \text{ in}$$

K= Incógnita.

$$12.13 = K (2.56) \Rightarrow K = 4.74 \text{ Lb/in}$$

Para diseñar un resorte es necesario aplicar la siguiente fórmula: $K = \frac{GD^4}{8d^3N}$, donde: K, es la constante de elasticidad, G es el módulo de cizallamiento del material, D es el diámetro del alambre en pulgadas, d es diámetro medio del resorte en pulgadas y N es igual el número de vueltas.

$$K = 4.74 \text{ lb/in}$$

$$G = 11.2 \times 10^6 \text{ (acero inoxidable)}$$

$$D = 0.08 \text{ in}$$

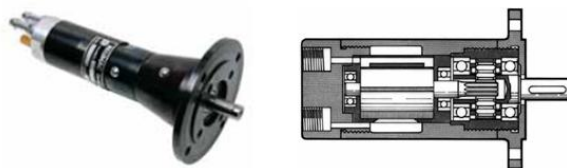
$$d = 0.67 \text{ in}$$

$$N = 10$$

9.3 SELECCIÓN DEL MOTOR

Debido a la humedad constante presente en el área de trabajo, debía evitarse los elementos eléctricos o electrónicos dentro del sistema, por lo tanto se optó por un motor neumático que permitió el movimiento de la cuchilla de corte a una velocidad constante sin necesidad de conexiones eléctricas puesto que se aprovechó las instalaciones de mangueras de aire comprimido en en el área de trabajo.

Figura 67. Motor neumático

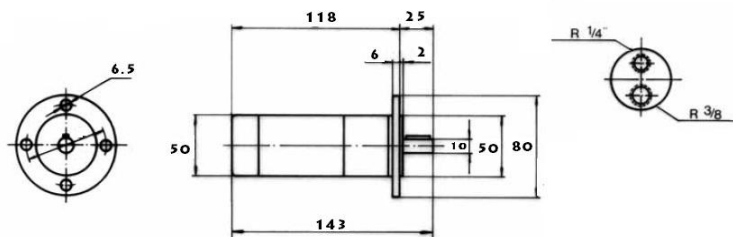


Características

- Eje cilíndrico liso con chavetero
- Motor con giro en un solo sentido
- Entrada de aire de 1/4"
- Escape de aire de 3/8"
- Potencia máxima de 0.52 CV
- RPM a máxima potencia 1800
- Torque a máxima potencia 2.1N/m
- Torque de arranque 3.15N/M
- 1.35 Kg de peso
- Consumo de aire en máxima potencia 500 L/min

Dimensiones

Figura 68. Dimensiones de motor



9.4 SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la construcción de este sistema, debido a su contacto con material alimenticio debe tener propiedades higiénicas reglamentarias[17], las cuales son proporcionadas por acero inoxidable.

Acero inoxidable AISI 310, es el material elegido debido a tener características como alta dureza y soldabilidad que son ideales para la fabricación de este sistema.

Polipropileno es el material de construcción de las asas, debido a sus características térmicas estables, resistencia a la corrosión, baja porosidad.

9.5 SELECCIÓN DE LA CUCHILLA

Se requirió el uso de una cuchilla de acero inoxidable de 16 cm de diámetro, debido a los 8cm de diámetro del motor, es necesario dejar al menos 3 cm de exposición de la cuchilla y 13cm de longitud **(VER FIGURA 70)** para que cubra la longitud del corte requerida en el abdomen del pollo y el motor no choque con el cuarto trasero del pollo en esta acción. **(VER FIGURA 71-72).**

Figura 69. Dimensiones de la cuchilla.



Figura 70. Selección de cuchilla 2

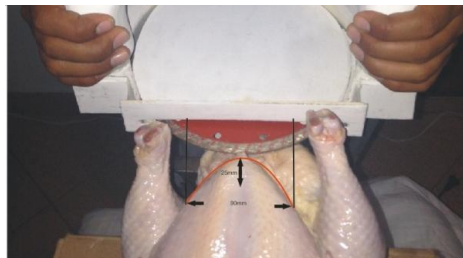
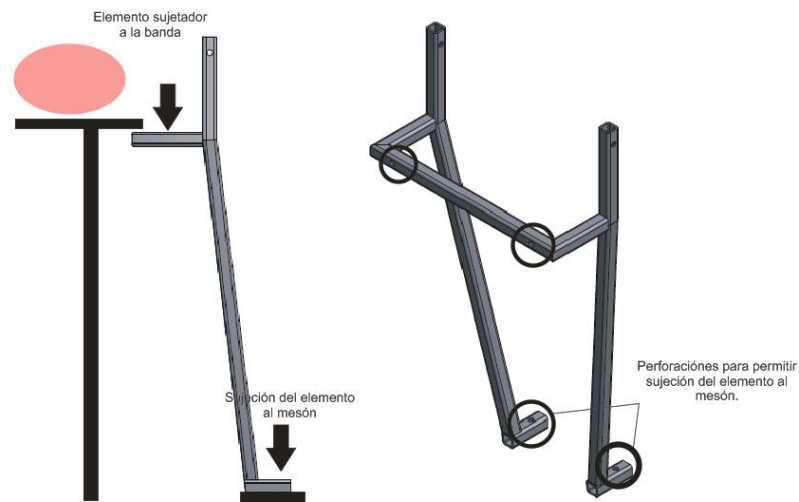


Figura 71. Selección de cuchilla 3



9.6 ESTRUCTURA

Figura 72. Estructura.

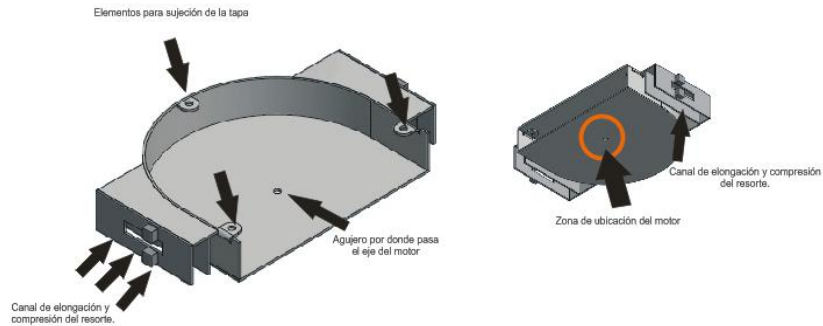


Debido a la diferencia de alturas entre la mesa y la cadena, la sujeción del elemento va a dos puntos de apoyo y evitar si el bamboleo producido por el desplazamiento hacia adelante de la caja de corte. Líneas rectas dibujan la estructura evitando así lugares (esquinas, uniones) que guarden residuos del material. El cual es un requisito para este tipo de sistemas.

La sujeción de 4 puntos perforaciones (**VER FIGURA 73**) tanto a la mesa como a la banda, se utilizan tornillos 3/16 de acero inoxidable, permite mover el elemento y ubicarlo en otra zona de la misma línea de evisceración.

9.7 CAJA DE CORTE

Figura 73. Caja de corte.

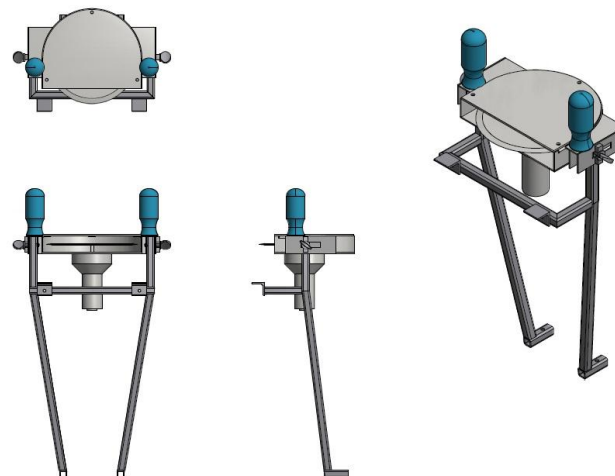


El diseño de la caja que contiene la cuchilla de corte, está basado siguiendo la forma de la cuchilla en su interior. El motor es ubicado en la parte inferior para poner ser alineado con la cuchilla.

Dos canales laterales donde se ubican los elementos generadores de movimiento. **(VER FIGURA 74).**

9.8 SISTEMA FINAL

Figura 74. Sistema final.



El sistema final, consta de 4 elementos principales (estructura, asas, caja y cuchilla). Las dimensiones aproximadas son 30cm*15cm*45cm. Material acero inoxidable AISI 310y polipropileno.

9.8 PLANOS TÉCNICOS

VER ANEXO A.

10. ETAPA 5: Validación

Con la culminación de la etapa de desarrollo de detalles y la completa elaboración de los planos técnicos, comenzó la etapa de construcción de un modelo funcional del dispositivo; el resultado puede ser visto en la **(VER FIGURA 76)**.

Figura 75. Modelo final.



En este punto el sistema contaba con las dimensiones reales correspondientes, un motor que daba movimiento a una cuchilla de corte con diámetro real, por lo cual, el paso siguiente consistía en hacer el respectivo análisis postural con el usuario.

10.1 DESCRIPCIÓN DE PRUEBA DE VALIDACIÓN

Condiciones:

Para la prueba de validación del dispositivo de corte, se recreó el área de trabajo con una estructura de dimensiones reales a la que se encontraba en la empresa hasta el momento de la toma de datos, esto debido a razones totalmente ajenas al proyecto que derivaron en cambios estructurales al área de evisceración en la línea de producción de la empresa. No fue posible utilizar el sitio real para la prueba puesto que ya no existían las condiciones iniciales con las que se desarrolló la totalidad del proyecto.

Objetivo:

Demostrar a través de la aplicación del método RULA, la mejora de la postura de miembros superiores en las personas que realizan la tarea de corte de abdomen en la línea de eviscerado con la implementación de este sistema.

Procedimiento:

- Se adecuó el espacio para la prueba con las dimensiones reales requeridas.
- Se explicó el modo de uso del sistema al usuario que efectuó la prueba.
- Se tomó registro fotográfico y de video mientras el usuario simulaba los movimientos para el uso del sistema.

Sujeto de prueba:

Mujer de 31 años, estatura de 1.60cm, sin conocimiento previo del uso del sistema.

10.2 APLICACIÓN DE MÉTODO RULA

En esta ocasión el Método RULA fue aplicado a 1 usuario, con el fin de evaluar la postura del miembro superior al adoptar la posición propuesta por el sistema.

Durante la ejecución de la tarea (realizar movimiento de la cuchilla y cortar el abdomen del pollo) se observó que el usuario podía tener una visual de toda el área de corte (**VER FIGURA 77**), puesto que el lugar donde la cuchilla entra en contacto con el material está muy por debajo de la línea de horizonte el usuario puede observar desde encima y controlar fácilmente el desplazamiento de la cuchilla para llegar al contacto final con el pollo, la implementación de asas para permitir este movimiento asegura además de mantener alejadas las manos de un posible contacto con la cuchilla, permite a las muñecas adoptar una posición recta (**VER FIGURA 78**), es decir, evitando extremos tanto de flexión-extensión como desviación ulnar-radial que es factor desencadenante de desórdenes musculoesqueléticos principalmente el SCC. Pero la posición de las muñecas y las manos se debe finalmente a la posición adoptada por el brazo y el antebrazo (**VER FIGURA 79**) que con la adopción de este modelo están claramente disminuidos a cero los movimientos de elevación y rotación del hombro y elevación de codo, los cuales también son generadores de fatiga muscular a la altura de la espalda alta y factores preponderantes para la aparición de otros desórdenes osteomusculares también presentan es estos usuarios como el Síndrome del manguito rotador y Epicondilitis.

Figura 76. Visual del área de corte.

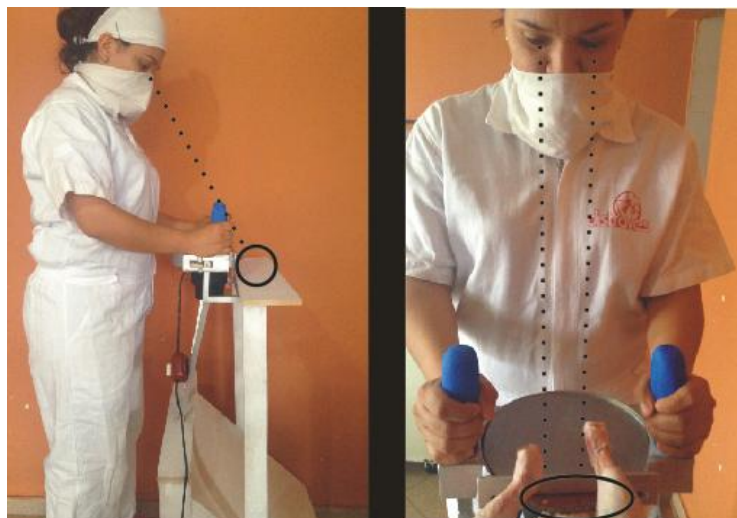


Figura 77. Muñecas y manos.



Figura 78. Hombro-brazo-antebrazo.



10.3 RESULTADO GLOBAL Y CONCLUSIONES DE LA PRUEBA

En la siguiente tabla de resultados se observa la calificación final obtenido utilizando el método RULA a partir de la prueba de validación anterior con el modelo final.

Tabla 13. Resultado global RULA final.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Por último, existe una puntuación denominada de actividad muscular y fuerza aplicada, es un modificador de puntuación final debido a si la postura analizada es considerada estática (más de 1 minuto en la misma posición) o de repetición (se repite más de 4 veces en un minuto). **(VER TABLA 14).**

Tabla 14. Puntuación para la actividad muscular y fuerza aplicada.

Puntos	Posición
0	Si la carga o fuerza aplicada es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.
1	Si la carga o fuerza aplicada está entre 2 y 10kg. Y se levanta intermitentemente.
2	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10kg y es estática o repetitiva.

Puntos	Posición
2	Si la carga o fuerza es intermitente superior a 10kg.
3	Si la carga o fuerza es superior a 10 kg y es estática o repetitiva.
3	Si se producen golpes o fuerzas bruscas repentinas.

De acuerdo a la actividad estudiada, existe una fuerza aplicada para mover el elemento de corte que no supera los 5.5kg, entonces puede decirse que la puntuación final para este ítem es de 1. Puesto que la fuerza aplicada es intermitente y no estática, dando como resultado una puntuación global de 2. Que significa que la postura adoptada por miembros superiores en la ejecución de la tarea de corte de abdomen es aceptable. **(VER TABLA 15).**

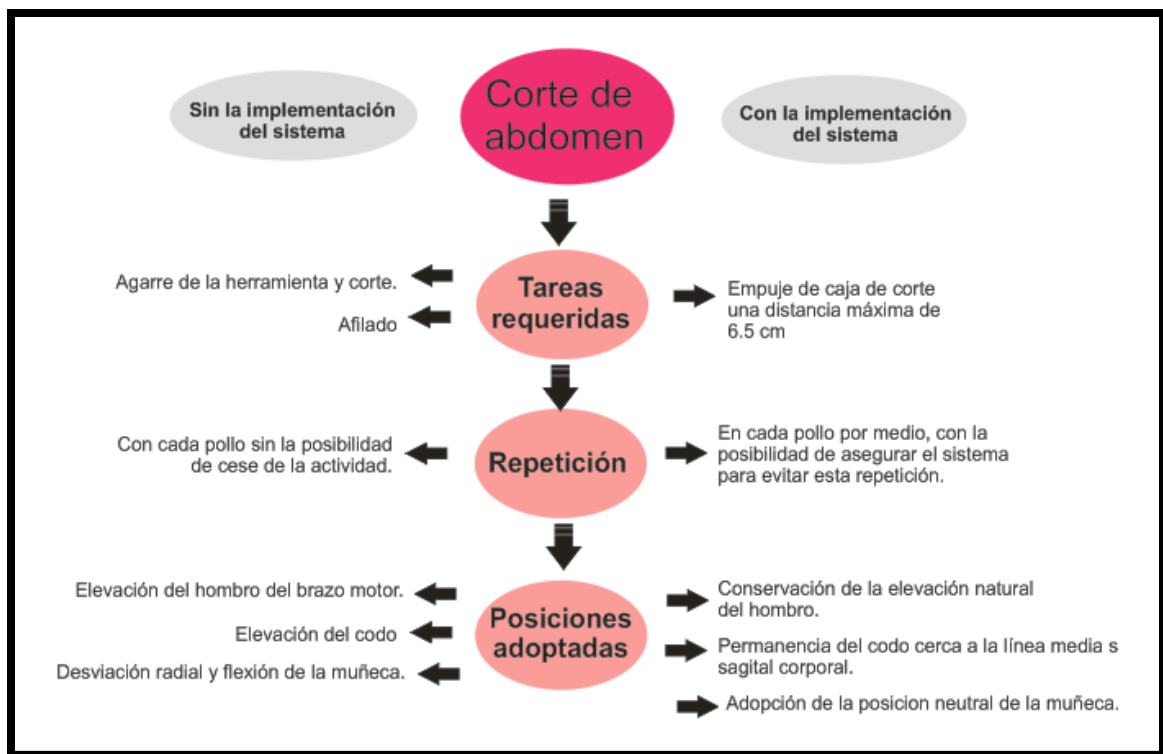
Tabla 15. Tabla de nivel de actuación definitivo.

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 o 2 la postura es ACEPTABLE
2	Cuando la puntuación final es 3 o 4, pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
3	Si la puntuación final es 5 o 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación-
4	Si la puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Es válido recordar que este mismo procedimiento se ejecutó con la situación actual sin la implementación de un sistema, **(VER TABLA 4.)** Entonces dio como resultado un nivel 4 de actuación y haciendo una comparación entre estos dos datos se puede concluir que el sistema efectivamente cumplió con los objetivos propuestos, los cuales incluían la disminución de los movimientos extremos tanto laterales como de levantamiento de hombro y codo los cuales causaban gran parte de la fatiga de los músculos del miembro superior y espalda alta. A demás permite la posición neutra de la muñeca tanto para flexión-extensión como para desviación ulnar-radial, las cuales son significativas para atenuar los factores de riesgo para la aparición del SCC. El cambio de las características de la tarea (

corte de abdomen) se resume en el siguiente esquema, a partir de 3 aspectos principales de la tarea se describen las características de cada una antes y después de la implementación de la herramienta.

Figura 79. Esquema de comparación.



11. CONCLUSIONES FINALES

A través de la evaluación ergonómica de la postura hecha al usuario antes y después de la implementación de la herramienta, se evidencia el progreso reflejado en las posiciones adoptadas por miembros superiores y los movimientos requeridos involucrados en la tarea del corte de abdomen propuesto por el sistema desarrollado, entonces se puede afirmar que se cumplió con el objetivo principal que consistía en disminuir las posiciones extremas y esfuerzos biomecánicos en el desarrollo de esta tarea. El nivel de riesgo según RULA pasó de ser muy alto a aceptable.

La implementación de una herramienta para realizar esta tarea específica, genera una mayor eficiencia en el desarrollo de la misma, la utilización de un motor que permita mantener accionada la cuchilla de corte, aumenta la exactitud del mismo sin verse afectado por la existente variación de la velocidad de la cadena generada en los días de mayor o menor producción.

La mejora del rendimiento de los trabajadores y por ende de la productividad de una empresa está basada en adecuadas condiciones de trabajo, con el desarrollo de este trabajo permite hacer una adecuación del puesto de trabajo para mejorar tanto las condiciones laborales del trabajador como el proceso productivo involucrado que se verán reflejados tanto en la salud del trabajador como en la productividad de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

A. I. Kapandji, "Fisiología Articular," vol. 1, 6 ed. Madrid, 2006, p. 351.

A. Mital and A. Kilbom, "Design, selection and use of hand tools to alleviate trauma of the upper extremities: Part II-The scientific basis (knowledge base) for the guide.."

C. A. Cacha, Ergonomics and Safety in Hand Tool Design, 1 ed. United States: Crc Press Inc, 1999

C. d. Colombia, "Ley n° 1562 " Por el cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional"," ed. Colombia, 2011, p. 22

C. Guillén, E. Jardón, J. C. Hermosa, and A. Tejedor, "Enfermedades profesionales relacionadas con trastornos musculoesqueléticos: Síndrome del Túnel Carpiano," ed. España: Gobierno de España Ministerio de Empleo y seguridad social, p. 11

CarneTec. (2008). Despresado manual y automático de aves, cuál es la mejor opción? Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/9421>

D. a. d. I. P. d. I. República, "Decreto 1295 "Por el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales"," ed. Colombia, 1994

E. Cerda, N. Cubillos, O. Medina, and C. Rodríguez, "Estudio piloto de medidas antropométricas de la mano y fuerzas de prensión, aplicables al diseño de herramientas manuales.," *Ciencia & Trabajo*, vol. 39, p. 5, 2010

F. Nunes. (2007). Pasos prácticos para evitar la contaminación durante la evisceración manual de aves. Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/848>

F. Nunes. (2012). Buena calidad y rendimiento de canal con evisceración manual y automática. Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/28051>

FASECOLDA. (2012). Estadísticas de riesgos profesionales: Enfermedades profesionales 2000-2011 (2012 ed.).

H. A. RIVERA, J. D. MALAVER, K. T. PEÑA, and M. Malaver, "Perdurabilidad empresarial: el caso del sector avícola en Colombia," vol. 119, ed. Bogotá D.C: Universidad del Rosario, 2011, p. 50

ICONTEC, "Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.," Colombia1997.

J. A. Diego and S. Asensio. (2006). RULA: Rapid Upper Limb Assessment. Available: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

L. Kuijt-Evers, J. Twisk, L. Groenesteijn, M. De Looze, and P. Vink, "Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools," *Ergonomics and human factors*, vol. 48, 2005

L. Ruiz. Manipulación manual de cargas. Tablas de Snook y Cirello. Norma ISO 11228. Available:

http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/SyC_ISO%2011228.pdf

M. d. l. p. social, "Decreto 2566 "Por el cual se adopta la tabla de enfermedades profesionales", ed. Colombia, 2009

M. d. l. p. social, Guía de atención integral basada en la evidencia para desórdenes musculoesqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de túner carpiano, Epicondilitis Y enfermedad de Quervain) (GATI-DME). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2006

M. e. s. y. p. social, "Resolucion n° 0000421 de 2013, Por el cual se establecen los requisitos sanitario que deben cumplir las plantas especiales de beneficio de aves de corral.," ed, 2013, p. 26

M. F. Maradeí and F. Espinel, Datos antropométricos para el diseño. Bucaramanga: División de publicaciones UIS, 2008

M. Nordin and V. H. Frankel, Biomecánica Básica del sistema Musculoesquelético, 3 ed. Madrid: McGraw Hill, 2004.

M. Päivinen, M. Haapalainen, and M. Mattila, "Ergonomic design criteria for pruning shears," Occupational Ergonomics, vol. 2, 2000

O. RINCÓN BECERRA, Ergonomía y procesos de diseño. Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos., 1 ed. Bogotá D.C: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2010

P. Feldman, "Guía de aplicación en buenas prácticas de manufactura, faena y procesamiento de pollos parrilleros.," SAGPyA, Argentina 2000.

R. McGorry, P. Dempsey, and N. O'Brien, "The effect of workstation and task variables on forces applied during simulated meat cutting," *Ergonomics and Human factors*, vol. 47, 2010

S. A. Mosquera, C. M. Aleman, and H. S. Villada, "Aplicación de principios HACCP en el sacrificio y beneficio de pollos.," *Facultad de ciencias agropecuarias*, vol. 5, p. 19, 2007

S. Haque and A. A. Khan, "Ergonomic design and evaluation of pliers," *Work*, vol. 37, pp. 135-143, 2010

S.-J. Lee, Y.-K. Kong, B. D. Lowe, and S. Song, "Handle grip span for optimising finger-specific force capability as a function of hand size," *Ergonomic and Human factors*, vol. 52, 2009

Sura, "Calidad de vida/Túnel carpiano," ed, p. 11

U. S. D. o. Labor. Poultry processing industry etool. Available: <http://www.osha.gov/SLTC/etools/poultry/evisceration.html>

V. A. Viladot, *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. España: Springer, 2001

W. S. Marras and W. Karwowski, *Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics.*, 2 ed. vol. 2: Taylor & Francis Group

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. I. Kapandji, "Fisiología Articular," vol. 1, 6 ed. Madrid, 2006, p. 351.
- [2] M. Nordin and V. H. Frankel, *Biomecánica Básica del sistema Musculoesquelético*, 3 ed. Madrid: McGraw Hill, 2004.
- [3] J. A. Diego and S. Asensio. (2006). *RULA: Rapid Upper Limb Assessment*. Available: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- [4] FASECOLDA. (2012). *Estadísticas de riesgos profesionales: Enfermedades profesionales 2000-2011 (2012 ed.)*.
- [5] ICONTEC, "Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.," Colombia1997.
- [6] S. Haque and A. A. Khan, "Ergonomic design and evaluation of pliers," *Work*, vol. 37, pp. 135-143, 2010
- [7] C. A. Cacha, *Ergonomics and Safety in Hand Tool Design*, 1 ed. United States: Crc Press Inc, 1999.
- [8] H. A. Rivera, J. D. Malaver, K. T. Peña, and M. Malaver, "Perdurabilidad empresarial: el caso del sector avícola en Colombia," vol. 119, ed. Bogotá D.C: Universidad del Rosario, 2011, p. 50.
- [9] O. Rincón Becerra, *Ergonomía y procesos de diseño. Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos.*, 1 ed. Bogotá D.C: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2010.
- [10] V. A. Viladot, *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. España: Springer, 2001.

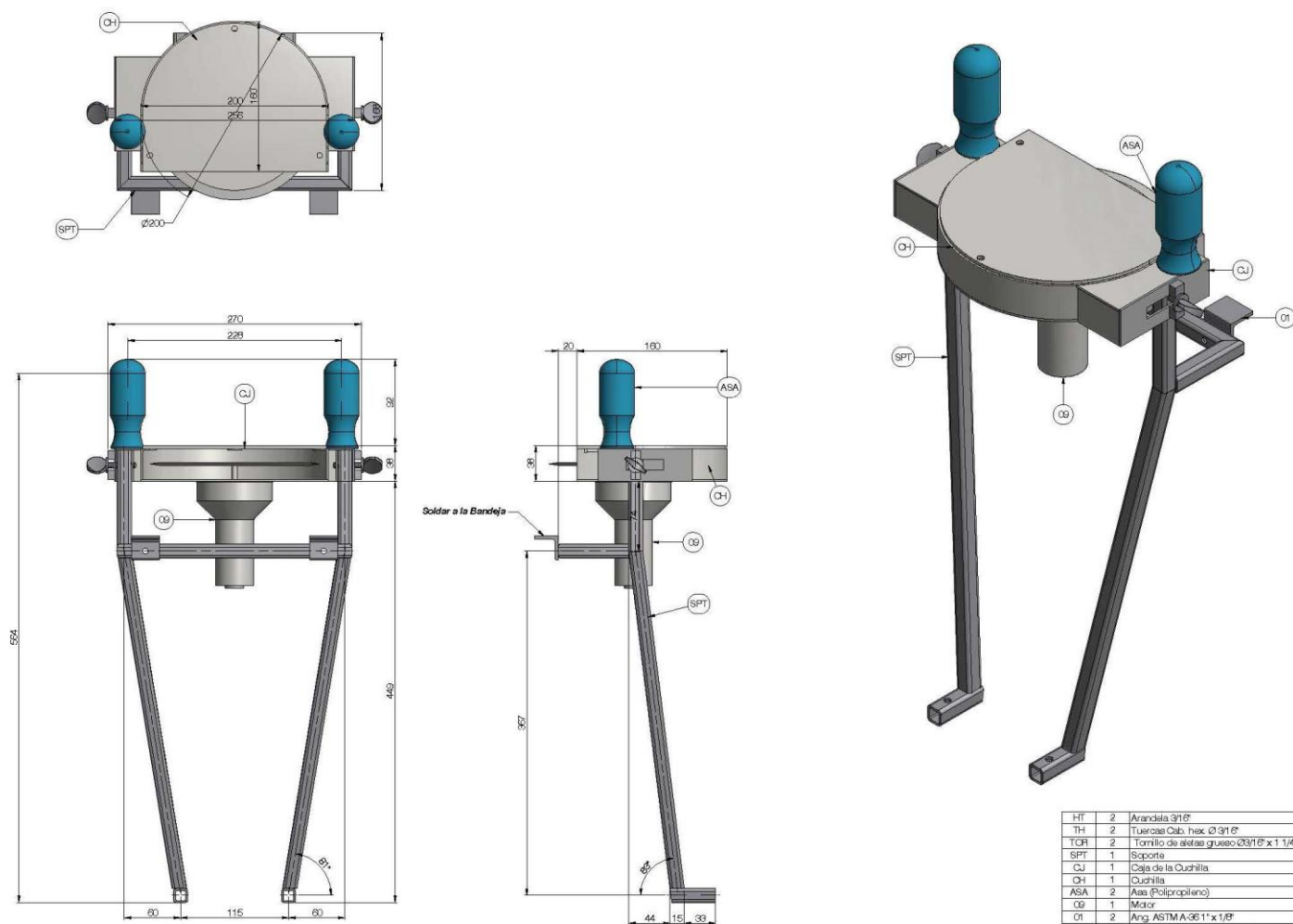
- [11] Sura, "Calidad de vida/Túnel carpiano," ed, p. 11.
- [12] C. Guillén, E. Jardón, J. C. Hermosa, and A. Tejedor, "Enfermedades profesionales relacionadas con trastornos musculoesqueléticos: Síndrome del Túnel Carpiano," ed. España: Gobierno de España Ministerio de Empleo y seguridad social, p. 11.
- [13] C. d. Colombia, "Ley n° 1562 " Por el cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional"," ed. Colombia, 2011, p. 22.
- [14] D. a. d. l. P. d. l. República, "Decreto 1295 "Por el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales"," ed. Colombia, 1994.
- [15] M. d. l. p. social, "Decreto 2566 "Por el cual se adopta la tabla de enfermedades profesionales"," ed. Colombia, 2009.
- [16] M. d. l. p. social, Guía de atención integral basada en la evidencia para desórdenes musculoesqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de túner carpiano, Epicondilitis Y enfermedad de Quervain) (GATI-DME). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2006.
- [17] M. e. s. y. p. social, "Resolucion n° 0000421 de 2013, Por el cual se establecen los requisitos sanitario que deben cumplir las plantas especiales de beneficio de aves de corral.," ed, 2013, p. 26.
- [18] S. A. Mosquera, C. M. Aleman, and H. S. Villada, "Aplicación de principios HACCP en el sacrificio y beneficio de pollos.," Facultad de ciencias agropecuarias, vol. 5, p. 19, 2007.
- [19] P. Feldman, "Guía de aplicación en buenas prácticas de manufactura, faena y procesamiento de pollos parrilleros.," SAGPyA, Argentina2000.
- [20] F. Nunes. (2012). Buena calidad y rendimiento de canal con evisceración manual y automática. Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/28051>

- [21] F. Nunes. (2007). Pasos prácticos para evitar la contaminación durante la evisceración manual de aves. Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/848>
- [22] CarneTec. (2008). Despresado manual y automático de aves, cuál es la mejor opción? Available: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/9421>
- [23] U. S. D. o. Labor. Poultry processing industry etool. Available: <http://www.osha.gov/SLTC/etools/poultry/evisceration.html>
- [24] R. McGorry, P. Dempsey, and N. O'Brien, "The effect of workstation and task variables on forces applied during simulated meat cutting," *Ergonomics and Human factors*, vol. 47, 2010.
- [25] S.-J. Lee, Y.-K. Kong, B. D. Lowe, and S. Song, "Handle grip span for optimising finger-specific force capability as a function of hand size," *Ergonomic and Human factors*, vol. 52, 2009.
- [26] L. Kuijt-Evers, J. Twisk, L. Groenesteijn, M. De Looze, and P. Vink, "Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools," *Ergonomics and human factors*, vol. 48, 2005.
- [27] A. Mital and A. Kilbom, "Design, selection and use of hand tools to alleviate trauma of the upper extremities: Part II-The scientific basis (knowledge base) for the guide.."
- [28] M. Päivinen, M. Haapalainen, and M. Mattila, "Ergonomic design criteria for pruning shears," *Occupational Ergonomics*, vol. 2, 2000.
- [29] W. S. Marras and W. Karwowski, *Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics.*, 2 ed. vol. 2: Taylor & Francis Group.
- [30] M. F. Maradeí and F. Espinel, *Datos antropométricos para el diseño.* Bucaramanga: División de publicaciones UIS, 2008.
- [31] E. Cerda, N. Cubillos, O. Medina, and C. Rodríguez, "Estudio piloto de medidas antropométricas de la mano y fuerzas de prensión, aplicables al diseño de herramientas manuales.," *Ciencia & Trabajo*, vol. 39, p. 5, 2010.

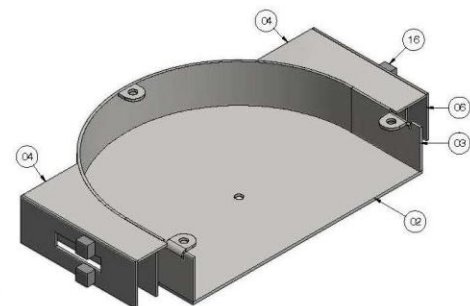
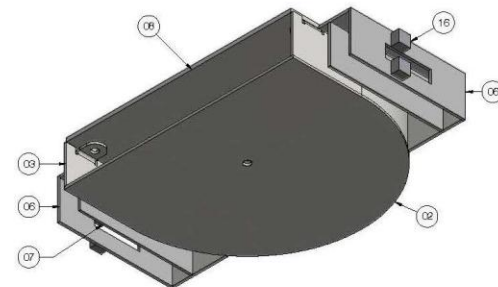
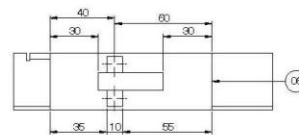
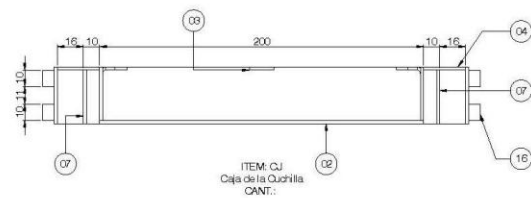
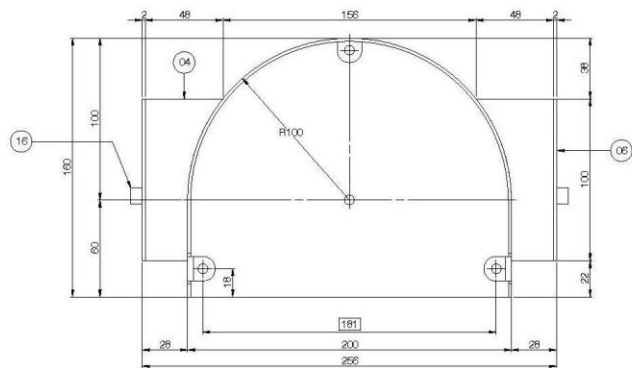
- [32] L. Ruiz. Manipulación manual de cargas. Tablas de Snook y Cirello. Norma ISO 11228. Available: http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/SyC_ISO%2011228.pdf

ANEXOS

ANEXO A. Planos técnicos



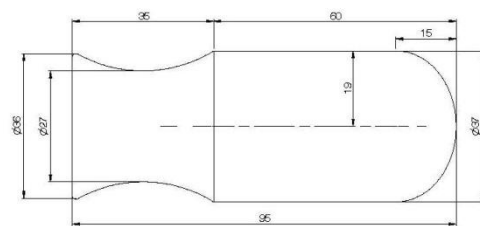
ITEM	CANT	DESCRIPCION	PESQUIND
LISTA DE MATERIALES			
HT	2	Arandela 3/16"	0,00 kg
TH	2	Tuercas Cab. hex. Ø 3/16"	0,00 kg
TCR	2	Tornillo de alfiler grueso Ø3/16" x 1 1/4"	0,02 kg
SPT	1	Soporte	1,07 kg
CJ	1	Caja de la Cuchilla	1,45 kg
CH	1	Cuchilla	0,53 kg
ASA	2	Asa (Polipropileno)	0,08 kg
OG	1	Motor	1,59 kg
OT	2	Ang. ASTM A-36 1" x 1/8"	0,04 kg
PESO TOTAL:			N/D



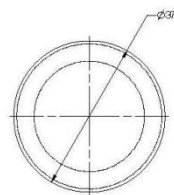
ITEM: CJ
Caja de la Ouchilla
CANT.: 1

08	1	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,63 kg
16	4	Varilla Cuadrada 10mm x 10mm	0,01 kg
07	2	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,01 kg
06	2	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,01 kg
05	2	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,02 kg
04	2	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,05 kg
03	1	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,22 kg
02	1	Lam. ASTM A-36 Cal. 14	0,41 kg
ITEM	CANT	DESCRIPCION	PESQUIND

LISTA DE MATERIALES



ITEM: ASA
 Ass (Polipropileno)
 QNT.:1



ITEM: ASA
 Ass (Polipropileno)
 QNT.:1

