

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MÁQUINA PARA APERTURA DE  
CRÁNEO EN NECROPSIA.**

**NELSON LEONARDO MAHECHA PALACIOS  
CODIGO 26009**

**RONALD VLADIMIR SANCHEZ ACOSTA  
CODIGO 25991**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2015**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MÁQUINA PARA APERTURA DE  
CRÁNEO EN NECROPSIA.**

**NELSON LEONARDO MAHECHA PALACIOS**

**CODIGO 26009**

**RONALD VLADIMIR SANCHEZ ACOSTA**

**CODIGO 25991**

**INFORME DE DEL TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO BIOMÉDICO**

**ASESOR**

**GUILLERMO ANDRES CANO TORRES**

**INGENIERO BIOMEDICO**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2015**

**PÁGINA DE ACEPTACIÓN**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él hemos logrado finalizarla.

A nuestras familias, porque ellos estuvieron brindando su apoyo y su confianza para hacer cada día mejores.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al grupo de personas que de una u otro manera, colaboraron en la culminación de este trabajo y en especial al grupo de docentes de la Universidad ECCI que a través del aprendizaje de la Ingeniería Biomédica fundamentaron cada día nuestro perfil profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

Título de la investigación .....	12
Resumen .....	13
Introducción .....	14
1. Planteamiento del Problema .....	17
1.1 Limitantes .....	19
1.2 Formulación del Problema .....	20
2. Justificación .....	21
3. Objetivos .....	22
3.1 Objetivo General .....	22
3.2 Objetivos Específicos.....	22
4. Marco de Referencia.....	23
4.1 Necropsia .....	23
4.1.1Necropsia neuropatológica.....	23
4.1.2 Necropsia craneal.....	23
4.2 Bioseguridad .....	26
4.3 Principio de universalidad .....	26
4.4 Elementos de protección personal .....	26
4.5 Infección .....	27
4.6 Acto inseguro .....	27
4.7 Riesgo .....	28
4.8 Factores de riesgo .....	28
4.8.1 Factores de riesgo físico/químico .....	28
4.8.2 Factores de riesgo biológico .....	28
4.8.3 Factores de riesgo fisiológicos o ergonómicos .....	29
4.8.4 Factores de riesgo químico .....	29
4.8.5 Factores de riesgo físico .....	29
4.9 El cráneo .....	30
4.10 Bóveda del cráneo .....	30

4.11 Base del cráneo .....	31
4.12 El cerebro .....	32
4.13 Partes del cráneo .....	33
4.14 Capas del cerebro .....	34
4.15 Proceso Infeccioso.....	35
4.16 Cadena infecciosa .....	36
5. Metodología, materiales y método .....	38
5.1 Diagrama en bloques de funcionamiento .....	39
5.1.1 Circuito general eléctrico.....	41
5.2 Diagrama de bloques diseño mecánico .....	42
5.3 Sistema de cambio de altura.....	43
5.4 Sistema de arco de corte.....	45
5.5 Control de mando.....	46
5.6 Sistema de ruedas.....	48
5.7 Sistema de cubiertas.....	49
5.8 Modo de funcionamiento.....	50
5.9 Especificaciones Generales .....	51
5.9.1 Vista Lateral Derecha .....	51
5.9.2 Vista Posterior .....	52
5.9.3 Vista Frontal .....	53
5.9.4 Vista arco de corte .....	54
5.9.5 Vista motores de arco .....	55
6. Cronograma de actividades .....	56
7. Conclusiones .....	58
8. Anexos .....	59
8.1 Programación proyecto arco .....	59
9. Bibliografía .....	64

## LISTA DE TABLAS

TABLA1: Cronograma fase I.....	56
TABLA2: Cronograma fase II.....	56
TABLA 3: Cronograma fase III.....	57

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Fases del corte .....	14
FIGURA 2: Corte de cráneo modo actual .....	15
FIGURA 3: Fase del cambio tecnológico .....	16
FIGURA 4: Técnica de la autopsia neuropatológica 1 .....	24
FIGURA 5: Técnica de la autopsia neuropatológica 2 .....	24
FIGURA 6: Técnica de la autopsia neuropatológica 3 .....	25
FIGURA 7: Técnica de la autopsia neuropatológica 4 .....	25
FIGURA 8: Bóveda del cráneo .....	31
FIGURA 9: Cerebro .....	33
FIGURA 10: Capas del cerebro. ....	35
FIGURA 11: Maquina para apertura de cráneo .....	38
FIGURA 12: Diagrama eléctrico en bloques .....	39
FIGURA 13: Tarjetas electrónicas (Fuente y tarjeta de control).....	40
FIGURA 14: Tarjeta electrónica general .....	41
FIGURA 15: Diagrama mecánico en bloques .....	42

FIGURA 16: Sistema eléctrico motor de cambio de altura.....	43
FIGURA 17: Tecla de subida y bajada en motor cambio de altura .....	44
FIGURA 18: Imagen ilustrativa motor cambio de altura.....	44
FIGURA 19: Imagen ilustrativa giro de arco en cabeza .....	45
FIGURA 20: Tarjeta electrónica control mando .....	46
FIGURA 21: Imagen ilustrativa giro de arco en cabeza .....	46
FIGURA 22: Calcomanía control mando .....	47
FIGURA 23: Rueda individual .....	48
FIGURA 24: Montaje sistema ruedas .....	48
FIGURA 25: Cubierta sistema eléctrico general .....	49
FIGURA 26: Cubierta motor de giro de arco de corte .....	49
FIGURA 27: Vista lateral derecha.....	51
FIGURA 28: Vista posterior .....	52
FIGURA 29: Vista frontal .....	53
FIGURA 30: Vista arco .....	54
FIGURA 31: Vista motores arco .....	55

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Programación proyecto arco .....	63
---	----

## **TITULO DE LA INVESTIGACIÓN**

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MÁQUINA PARA APERTURA DE CRÁNEO EN NECROPSIA.

## RESUMEN

De acuerdo al decreto 786 de 1990, artículo primero nos presenta la siguiente definición “Denominase AUTOPSIA o NECROPSIA al procedimiento mediante el cual a través de observación, intervención y análisis de un cadáver, en forma tanto externa como interna y teniendo en cuenta, cuando sea del caso, el examen de las evidencias o pruebas físicas relacionadas con el mismo, así como las circunstancias conocidas como anteriores o posteriores a la muerte, se obtiene información para fines científicos o jurídicos”<sup>1</sup>.

Para el procedimiento de abertura craneal en la necropsia, actualmente se usa una herramienta inadecuada para este uso: La segueta o sierra manual, que expone al técnico a grandes factores de riesgo que involucran su salud.

Es de vital importancia conocer los riesgos a los que se enfrenta el profesional que ejecuta esta función, se habla de una alternativa recursiva a la que acudió el hombre, para solucionar el problema al que se enfrentaba al momento de hacer la abertura del cráneo, sin embargo, en el caso de la segueta es una herramienta convencional, usada en la carpintería, que no tiene el diseño apropiado para cumplir con la extracción de la tapa craneal de manera segura y eficaz en la necropsia.

La utilización incorrecta de herramientas no diseñadas para tal fin, provocan que los factores de riesgo y la exposición a infecciones aumenten, de tal manera, que produzca daños y lesiones en el trabajador, siendo muchas de ellas irreparables; de allí que nace la importancia de prevenir y disminuir los actos inseguros o riesgosos.

Para realizar el estudio del cráneo y cerebro del cadáver, se realiza una incisión horizontal la cual se debe hacer con precisión para no rebasar la dura madre o hacer un desgarró en las estructuras internas del cerebro (lo cual sería perjudicial en el dictamen final); precisión que no se logra con una segueta o sierra manual, ya que la técnica implica un corte milimetrado, delicado y exacto.

**PALABRAS CLAVES:** Necropsia, Factores de Riesgo, Cráneo, Infección, Actos inseguros.

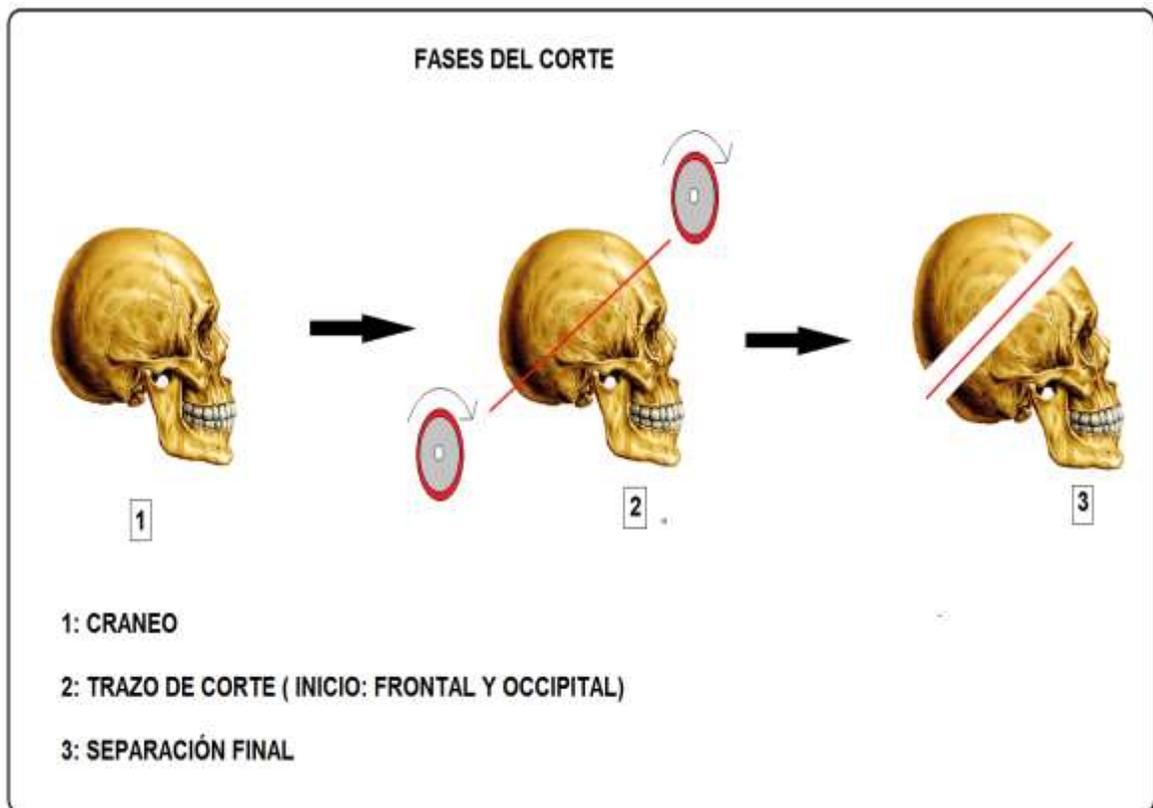
---

<sup>1</sup> DECRETO 786 DE 1990 (abril 16) Diario Oficial No. 39.300, de 17 de abril de 1990. Artículo 1

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se refiere a la implementación de un mecanismo electromecánico, con un sistema de control que permite el corte de la bóveda craneal a través de dos sierras de corte de alta revolución por minuto que ejecutarían un corte más preciso, seguro y que aceleraría la abertura craneal en el proceso de necropsia médico legal.

FIGURA 1: FASES DEL CORTE



Fase del proceso de corte en máquina para apertura de cráneo. Archivo del autor.

Cuyo proceso estará definido a partir del primer corte, desde el hueso frontal y hueso occipital y una circunferencia a 360 grados ajustable a la profundidad del hueso.

A demás brindaría la opción de ser utilizada en diferentes bancos de trabajo ya que cuenta con un sistema de cambio de altura eléctrico y un sistema mecánico de ruedas que permitiría los traslados a diferentes áreas.

El propósito del desarrollo de esta tecnología busca reemplazar la herramienta usada actualmente para la abertura de cráneo que es la segueta o la sierra manual.

**FIGURA 2: CORTE DE CRÁNEO MODO ACTUAL**

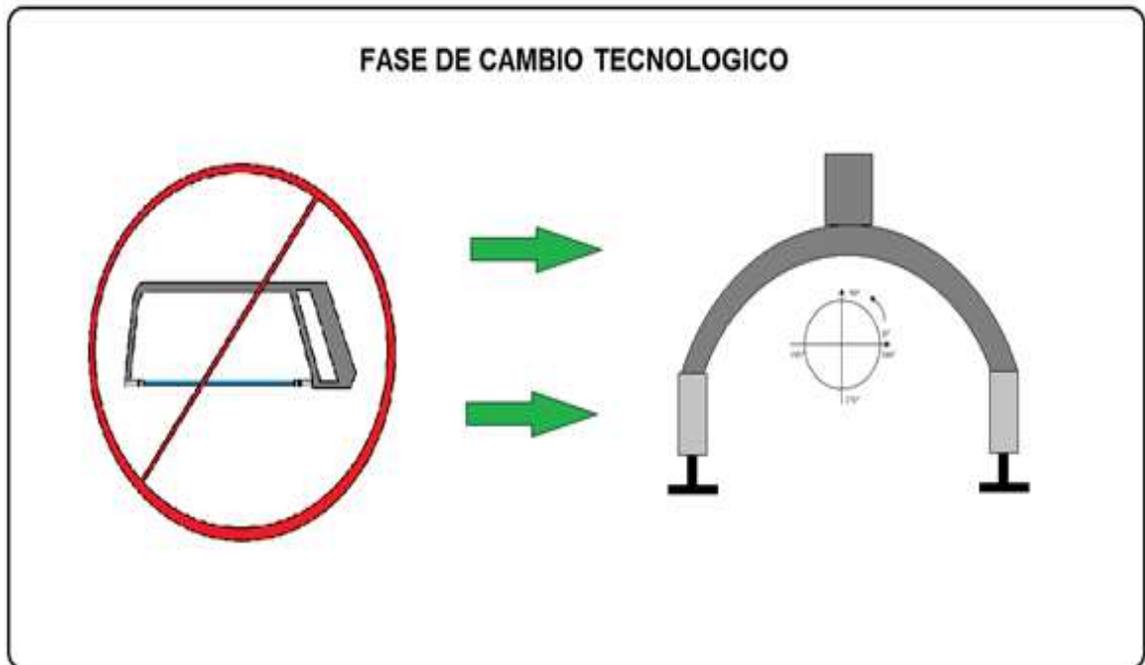


Slideshare. <http://es.slideshare.net/roberviloria/tcnicas-de-disecion-para-apertura-de-cadver?related=3>. Diapositiva 19

Con ello se brindaría una alternativa innovadora que no ponga en peligro la integridad física del técnico ni lo exponga a riesgos mayores de origen biológico, ergonómicos y físicos a los que se enfrenta continuamente el trabajador al realizar esta tarea con una herramienta como la segueta o sierra manual.

Esta será una herramienta utilizada solo para personas adultas (Entre 20 y 80 años) que promoverá un avance tecnológico, haciendo de esta función, una tarea ágil, segura para el trabajador y conservando la integridad de los órganos internos del cráneo.

FIGURA 3: FASE DE CAMBIO TECNOLÓGICO



Fase de cambio tecnológico. Archivo del autor

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las prácticas empíricas han surgido desde tiempos antiguos con el fin de resolver una necesidad, así empieza la medicina en nuestro país, llena de creencias, rituales y demás mitos de sanación que intentan calmar las continuas y múltiples incógnitas del ser humano, incluyendo la de la muerte y sus causas.

“Los cronistas como José María Cordovez brindan evidencias que a mediados del siglo XIX en Santa Fe de Bogotá, eran frecuentes los festejos populares, las riñas de gallos y las corridas de toros, aumentando así el número de lesionados y personas fallecidas pero ante la minoría de médicos para su examen, era necesario recurrir a dictámenes de curanderos; lo que lleva a que finales de las décadas del siglo XIX y primeras del siglo XX, se hiciera una intervención decidida para que el empirismo reinante fuera sustituido por dictámenes médicos”<sup>2</sup>.

“Desde el 29 de octubre de 1914 La ley 53 organizó el Servicio Nacional de Medicina Legal, pero desde el descubrimiento, la conquista, la colonia, la independencia y las primeras décadas de la República, se conocen algunas actuaciones médico-legales que se diferenciaban del empirismo corriente en esos años. A finales del siglo XIX y segunda década del siglo XX, hasta la promulgación de la ley, la Academia de Medicina de Medellín y la Academia Nacional de Medicina iniciaron, de manera sistemática, los esfuerzos para medicalizar los dictámenes periciales”<sup>3</sup>.

La Ley 53 de Octubre de 1914 organizo la medicina legal en el país, mientras que la Ley 83 de ese mismo año reglamentó el ejercicio de la Medicina; ambas profesionalizaron la práctica médico-legal y de esta manera, en 1940 la Ley 94 ordenó la construcción de la sede central del Instituto de Medicina Legal en un lote de Cundinamarca, el cual estaría dispuesto con la sala de necropsias, laboratorio de toxicología, laboratorios de química, laboratorio de rayos X y mesa de antiteatro.

En 1978 con motivo del primer congreso de Medicina Legal y Ciencias Forenses reunido en Medellín, se fundó la Sociedad Colombiana de Medicina Legal cuyas reuniones continúan hasta la actualidad, pero este no es el único logro, también se ha construido el anfiteatro en el Hospital de San Juan de Dios en Medellín que

---

<sup>2</sup> Cesar Augusto Giraldo- Giraldo. Medicina legal en Colombia. Crónica de un centenario y de sus antecedentes.Pg.327

<sup>3</sup> Ibid.,p.325

serviría para los estudios de anatomía y la práctica médico-legal, se creó el Decreto 786 de 1990 que reglamentaría la práctica de necropsias y marcaba la diferencia entre autopsias por orden judicial y autopsias clínicas o de investigación: la Ley estatutaria de la justicia 270 de 1996 determinaría que el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses dependían de la rama judicial y se publican revistas, tesis de grados, manuales de medicina legal e imágenes de medicina forense que ayudarían en grandes investigaciones.

A pesar de todo el auge e impacto que ha tenido la creación del Instituto de Medicina Legal en Colombia, se evidencian fallas en los procedimientos que afectan la integridad física del técnico y del medio ambiente, grietas en la ejecución de la necropsia al exponerse usando elementos no aptos para esta tarea como es la implementación de una herramienta de uso cotidiano y muy vetusta, como la segueta. Cabe mencionar que la segueta es y será una gran herramienta pero para este tipo de procedimientos resulta inadecuada por muchas razones como: Riesgo de contaminación biológica, riesgo de accidentalidad, riesgo de contaminación a procesos infecciosos, demora en procedimiento, posibles daños por rebasamiento en el momento del corte, entre otros.

Por ello se pretende diseñar un mecanismo que optimicé el procedimiento de abertura craneal, y por ende, que promueva a la calidad e innovación el sector de la medicina forense del país.

## **1.1 LIMITANTES**

El mecanismo de abertura craneal está diseñado solo para adultos comprendidos entre las edades de 20 y 80 años.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los riesgos que se disminuirían con el uso de este mecanismo de abertura craneal en el estudio de necropsias de la ciudad de Bogotá D.C?

¿Qué beneficios aportaría la implementación de esta máquina para la abertura del cráneo en el procedimiento de las necropsias?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran exposición a factores de riesgo que presenta el técnico al realizar la extracción de la tapa craneal con herramientas comunes como la segueta o sierra manual, se tiene la necesidad de brindar una herramienta adecuada que realizara la misma función pero de manera segura, eficaz y eficiente, disminuyendo así, las futuras lesiones por actos inseguros por la utilización de herramientas inadecuadas.

Con la construcción de este mecanismo electromecánico, se pretende optimizar el proceso de abertura craneal, teniendo en cuenta que se minimiza la exposición a riesgos que atentan en la salud del profesional; en igual forma, se busca reducir el tiempo que invierten en este paso de la necropsia, contribuyendo así, al desarrollo eficiente de la rama judicial y promoviendo al avance tecnológico y social del país.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Construir un mecanismo electromecánico de abertura craneal para el mejoramiento del proceso de necropsia médico legal.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar estudio del arte del trabajo a realizar.
- Diseño estructural del sistema.
- Diseño electromecánico de los sistemas.
- Implementación electrónica y mecánica del sistema.
- Reducir los factores de riesgo a posibles infecciones que atenten la salud del técnico.
- Optimizar el tiempo que se invierte en la ejecución de la abertura craneal.
- Dar precisión en el corte del cráneo, conservando intactas las estructuras internas.

## **4. MARCO DE REFERENCIA**

### **4.1 NECROPSIA**

“Denominase autopsia o necropsia al procedimiento mediante el cual a través de observación, intervención y análisis de un cadáver, en forma tanto externa como interna y teniendo en cuenta, cuando sea del caso, el examen de las evidencias o pruebas físicas relacionadas con el mismo, así como las circunstancias conocidas como anteriores o posteriores a la muerte, se obtiene información para fines científicos o jurídicos”<sup>4</sup>.

#### **4.1.1 NECROPSIA NEUROPATHOLOGICA**

“La autopsia neuropatológica tiene como finalidad estudiar de una manera reglada las posibles lesiones que han podido tenido lugar en el sistema nervioso, tanto de un modo primario, es decir, siendo la enfermedad fundamental a estudiar una enfermedad neurológica, como de modo secundario, es decir la participación cerebral de una determinada patología del organismo. Sea cual sea la forma de enfermar, la autopsia debe hacerse con los mismos procedimientos de extracción del sistema nervioso y muestreo del mismo, variando tan solo la cantidad y localizaciones de las muestras cuando se trata de enfermedades neurológicas primarias”<sup>5</sup>.

#### **4.1.2 NECROPSIA CRANEAL**

Esta se lleva a cabo poniendo el cadáver en la mesa de autopsias en decúbito supino, con el cuello y occipital apoyados en un reposa cabezas para elevar el cráneo de la superficie de la mesa de tal modo que se facilite la maniobra de incisión de la piel y de corte con la sierra.

---

<sup>4</sup> DECRETO 786 DE 1990 (abril 16) Diario Oficial No. 39.300, de 17 de abril de 1990. Artículo 1

<sup>5</sup> Revista española de patología. Vol 37. No1 . 2004

**FIGURA 4: TÉCNICA DE LA AUTOPSIA NEUROPATOLÓGICA 1**



Javier Figols Ladrón de Guevara. Técnica de la autopsia neuropatológica Técnica macroscópica de realización de la autopsia y procedimiento de obtención de muestras.Fig.1. <http://www.patologia.es/volumen37/vol37-num1/pdf%20patologia%2037-1/37-01-08.pdf>

Se efectúa una incisión coronal con bisturí de un pabellón auricular al otro llegando en profundidad hasta periostio.

**FIGURA 5: TÉCNICA DE LA AUTOPSIA NEUROPATOLÓGICA 2**



Javier Figols Ladrón de Guevara. Técnica de la autopsia neuropatológica Técnica macroscópica de realización de la autopsia y procedimiento de obtención de muestras.Fig.2. <http://www.patologia.es/volumen37/vol37-num1/pdf%20patologia%2037-1/37-01-08.pdf>

La siguiente operación a realizar será la separación de los planos perióstico-cutáneos hacia atrás y hacia delante para poner al descubierto el cráneo desnudo.

**FIGURA 6: TÉCNICA DE LA AUTOPSIA NEUROPATOLÓGICA 3**



Javier Figols Ladrón de Guevara. Técnica de la autopsia neuropatológica Técnica macroscópica de realización de la autopsia y procedimiento de obtención de muestras.Fig.3.<http://www.patologia.es/volumen37/vol37-num1/pdf%20patologia%2037-1/37-01-08.pdf>

Se procede al corte del cráneo con sierra circular (preferiblemente con aspiración incorporada) empezando por el frontal, hasta llegar al mismo punto. La profundidad del corte no debe rebasar la duramadre.

**FIGURA 7: TÉCNICA DE LA AUTOPSIA NEUROPATOLÓGICA 4**



Javier Figols Ladrón de Guevara. Técnica de la autopsia neuropatológica Técnica macroscópica de realización de la autopsia y procedimiento de obtención de muestras.Fig.4.<http://www.patologia.es/volumen37/vol37-num1/pdf%20patologia%2037-1/37-01-08.pdf>

Se abre el seno longitudinal superior de delante a atrás; Se toma un pellizco de la dura desde la parte anterior y se va cortando lateralmente hasta dejar al descubierto

el cerebro recubierto por la leptomeninge; Se continúa separando los polos frontales de ambos hemisferios con los dedos índices y medio, tirando de ellos hacia nosotros suavemente; Se corta el quiasma óptico y el resto de los pares craneales, quedando el cerebro libre y el cerebelo oculto por el tentorio; Cuando se llega a tienda del cerebelo (tentorio), se corta ésta a ambos lados con el bisturí; Se tira con cuidado del cerebro, cerebelo y tronco, cortándose el bulbo a través del agujero occipital con el bisturí lo más abajo posible para poder tener muestra completa del bulbo raquídeo; Se extrae el encéfalo completo una vez liberado; Se le lleva a la balanza, se pesa y se anota dicho peso<sup>6</sup>.

## **4.2 BIOSEGURIDAD**

“Conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgos laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la salud y seguridad de trabajadores de la salud, pacientes, visitantes y medio ambiente”<sup>7</sup>.

## **4.3 PRINCIPIO DE UNIVERSALIDAD**

“Todos los pacientes y sus fluidos corporales, independientemente del diagnóstico de ingreso o motivo por el cual haya entrado al hospital o clínica, deberán ser considerados como potencialmente infectantes y se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir que ocurra transmisión”<sup>8</sup>.

## **4.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Se entiende por “todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales”<sup>9</sup>.

---

<sup>6</sup> Javier Figols Ladrón de Guevara. Técnica de la autopsia neuropatológica Técnica macroscópica de realización de la autopsia y procedimiento de obtención de muestras. Dpto. de Anatomía Patológica. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander

<sup>7</sup> Min.Maria Teresa Forero. Conductas básicas de bioseguridad.Capitulo 1. Pg.8

<sup>8</sup> Ibid.,p.8

<sup>9</sup> Instituto de salud publica. (Art. 1º del Decreto Supremo N°173 , de 1982, del Ministerio de Salud).

Elementos de protección personal tales como:

- Guantes de manejo y guantes de anti-corte
- Mascarillas o Tapabocas
- Delantal
- Bastas de protección anti fluidos
- Gorros
- Careta de protección
- Botas plásticas
- Protector ocular o mono gafas

#### **4.5 INFECCIÓN**

“Invasión de gérmenes o microorganismos patógenos (bacterias, hongos, virus, etc.) que se reproducen y multiplican en el cuerpo causando una enfermedad”<sup>10</sup>.

#### **4.6 ACTO INSEGURO**

“Se refiere a todas las acciones y decisiones humanas, que pueden causar una situación insegura o incidente, con consecuencias para el trabajador, la producción, el medio ambiente y otras personas”<sup>11</sup>.

También el comportamiento inseguro incluye la falta de acciones para informar o corregir condiciones inseguras.

---

<sup>10</sup> Enciclopedia de salud dietética y psicológica. Definición infección

<sup>11</sup> ARL- SURA. Definición acto seguro.

## **4.7 RIESGO**

“Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo”<sup>12</sup>.

## **4.8 FACTORES DE RIESGO**

Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

### **4.8.1 ACTORES DE RIESGO FÍSICO/QUÍMICO**

Este grupo incluye todos aquellos objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor, que en ciertas circunstancias especiales de inflamabilidad, combustibilidad o de defectos, pueden desencadenar incendios y/o explosiones y generar lesiones personales y daños materiales. Pueden presentarse por:

- Incompatibilidad físico-química en el almacenamiento de materias primas.
- Presencia de materias y sustancias combustibles.
- Presencia de sustancias químicas reactivas.

### **4.8.2 FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICO**

En este caso encontramos un grupo de agentes orgánicos, animados o inanimados como los hongos, virus, bacterias, parásitos, pelos, plumas, polen (entre otros), presentes en determinados ambientes laborales, que pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones al ingresar al organismo.

---

<sup>12</sup> Programa de pautas activas y de bienestar ocupacional de los empleados. U. Francisco de Paula Santander. Pg. 10

Como la proliferación microbiana se favorece en ambientes cerrados, calientes y húmedos, los sectores más propensos a sus efectos son los trabajadores de la salud, de curtiembres, fabricantes de alimentos y conservas, carniceros, laboratoristas, veterinarios, entre otros.

Igualmente, la manipulación de residuos animales, vegetales y derivados de instrumentos contaminados como cuchillos, jeringas, bisturís y desechos industriales como basuras y desperdicios, son fuente de alto riesgo.

#### **4.8.3 FACTORES DE RIESGOS FISIOLÓGICOS O ERGONÓMICOS**

Involucra todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana. Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobre-esfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares.

#### **4.8.4 FACTORES DE RIESGO QUÍMICO**

Son todos aquellos elementos y sustancias que, al entrar en contacto con el organismo, bien sea por inhalación, absorción o ingestión, pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sistémicas, según el nivel de concentración y el tiempo de exposición.

#### **4.8.5 FACTORES DE RIESGO FÍSICO**

Se refiere a todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, tales como carga física, ruido, iluminación, radiación ionizante, radiación no ionizante, temperatura elevada y vibración, que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador y que pueden producir efectos nocivos, de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de los mismos<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Universidad del valle. Factores de riesgo ocupacional.  
<http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

## 4.9 EL CRÁNEO

El cráneo es una caja ósea que protege de golpes y contiene al encéfalo principalmente.

El cráneo humano está conformado por la articulación de 8 huesos, que forman una cavidad abierta y ovoide de espesor variable, con una capacidad aproximada de 1.450 ml (en adultos).

El esqueleto de la cabeza, o macizo esquelético neo-facial, es el conjunto de los huesos del *cráneo* (*ossa cranii* PNA) y los huesos de la cara (*ossa faciei* PNA), conocido como *calavera* en términos coloquiales, aunque anatómicamente es la cabeza ósea, siendo el *cráneo* una parte de la cabeza. Es común que *cráneo* designe a la totalidad de la *cabeza ósea*, lo cual es impropio en el estudio de la Anatomía. Sin embargo, en otros ámbitos (embriología, biología, etc.) se considera el *cráneo* como sinónimo de *esqueleto de la cabeza*.

La distinción entre *cráneo* y cara es muy clara: el cráneo aloja el encéfalo fundamentalmente el *-neurocráneo-*, mientras que la cara presta inserción a los músculos de la mímica y de la masticación y aloja algunos de los órganos de los sentidos. El cráneo cumple una función muy importante, ya que se preocupa de contener todo el sistema nervioso central, con excepción de la médula<sup>14</sup>.

## 4.10 BÓVEDA DEL CRÁNEO

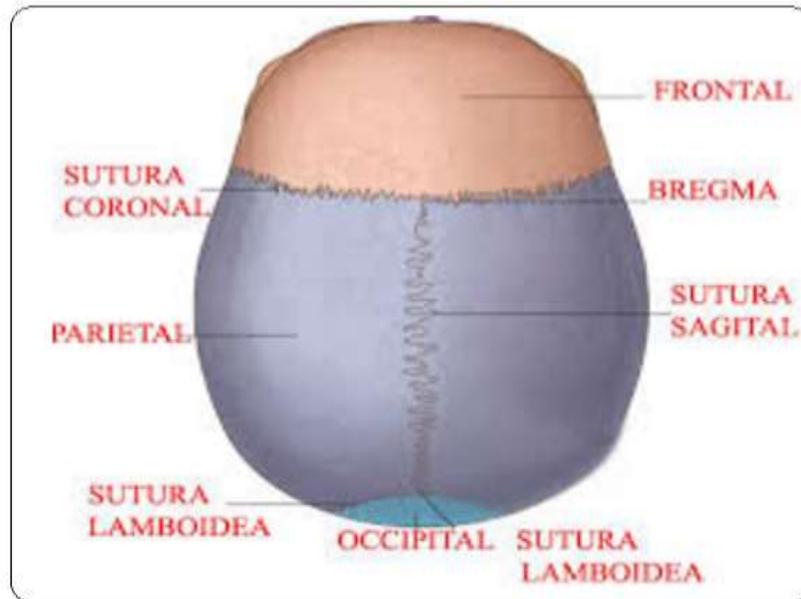
“La bóveda craneal es el espacio en el cráneo dentro del neurocráneo, ocupado por el cerebro. En humanos, la medida y forma del cerebro, pueden ser afectadas por la medida de la bóveda, como es mostrado en la craneometría, pero estudios que la relacionan a la inteligencia no han encontrado ninguna evidencia concluyente. La bóveda también es llamada "tapa del cráneo" o incluso calvaria, aunque estos nombres se refieren correctamente a la porción superior del cráneo solamente”<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Educartec. [http://www.educartec.com.br/modelos/cranio-humano.html?\\_\\_store=spain&\\_\\_from\\_store=default](http://www.educartec.com.br/modelos/cranio-humano.html?__store=spain&__from_store=default)

<sup>15</sup> Wikipedia. Definición bóveda craneal. [https://es.wikipedia.org/wiki/B%C3%B3veda\\_craneal](https://es.wikipedia.org/wiki/B%C3%B3veda_craneal)

FIGURA 8: BOVÉDA DEL CRÁNEO



Bóveda craneal.

[https://www.google.com.co/search?q=B%C3%93VEDA+DEL+CR%C3%81NEO&biw=1527&bih=863&source=lnms&tbn=isc&sa=X&ved=0ahUKEwiBtdK1h9XJAhVnjoMKHS\\_nBxYQ\\_AUIBigB#imgrc=VjcWEh7Uf7uDM%3A](https://www.google.com.co/search?q=B%C3%93VEDA+DEL+CR%C3%81NEO&biw=1527&bih=863&source=lnms&tbn=isc&sa=X&ved=0ahUKEwiBtdK1h9XJAhVnjoMKHS_nBxYQ_AUIBigB#imgrc=VjcWEh7Uf7uDM%3A)

#### 4.11 BASE DEL CRÁNEO

La base del cráneo se divide en tres fosas denominadas: Anterior, Media y Posterior, dispuestas de un modo escalonado; de manera que, el piso de la fosa anterior es el más alto y el de la fosa posterior el más bajo. Estas tres fosas están delimitadas por dos líneas limitantes anterior y posterior.

La primera es la prolongación de la apófisis clinoides anterior de las alas menores del esfenoides hasta el lateral del cráneo comenzando en el surco prequiasmático.

La línea limitante posterior se extiende desde el borde superior de la porción petrosa del temporal hasta el dorso de la silla del esfenoides.

**Fosa craneal anterior:** Está formada por la parte orbital del hueso frontal, la lámina cribosa del etmoides con la apófisis Crista Galli, los orificios olfatorios y el agujero etmoidal anterior. Por su parte posterior está formada por las alas menores y el yugo esfenoidal y se extiende hasta el surco Prequiasmático.

**Fosa craneal media:** La parte central de esta fosa está formada por el cuerpo del esfenoides, mientras que los laterales están formados por las alas mayores del esfenoides y la parte escamosa y petrosa de los temporales.

En el centro dispone de una estructura para el alojamiento de la hipófisis. Los laterales contienen los lóbulos temporales de los hemisferios cerebrales.

**Fosa craneal posterior:** La fosa craneal posterior está formada por las porciones basilar, lateral y escamosa de los huesos temporales. También forman parte de esta fosa una pequeña parte de los ángulos mastoides del hueso parietal, así como el dorso de la silla y la parte posterior del cuerpo del esfenoides. A diferencia de las otras fosas craneales, la fosa posterior tiene un techo bien definido, formado por un pliegue de la duramadre denominado "Tentorium Cerebelli".

En la parte medial, la fosa craneal muestra un gran agujero, el agujero magno que comunica la cavidad cerebral con la cavidad espinal. La fosa craneal posterior contiene la parte más distal del cerebro, el puente de Varolio, el cerebelo y el bulbo raquídeo<sup>16</sup>.

## 4.12 EL CEREBRO

Es la parte más importante, está formado por la sustancia gris (por fuera, formada por cuerpos neuronales) y la sustancia blanca (por dentro, formada por haces de axones). Su superficie no es lisa, sino que tienes unas arrugas o salientes llamadas circunvoluciones; y unos surcos denominados cisuras, las más notables son llamados las cisuras de Silvio y de Rolando. Está dividido incompletamente por una hendidura en dos partes, llamados hemisferios cerebrales, unidos por el cuerpo calloso. En los hemisferios se distinguen zonas denominadas lóbulos, que llevan el nombre del hueso en que se encuentran en contacto (frontal, parietal...). Pesa unos 1.200gr.

El hemisferio izquierdo controla las funciones lógicas. Es analítico y verbal, fragmentario y secuencial. Controla la mano derecha, la habilidad numérica, el lenguaje y el pensamiento racional, la escritura y la lectura.

El hemisferio derecho reconoce imágenes. Controla las facultades artísticas y la sensibilidad espacial. Procesa la información de manera global y simultánea. Controla la mano izquierda, la imaginación y las emociones.

Dentro de sus principales funciones están las de controlar y regular el funcionamiento de los demás centros nerviosos, también en él se reciben las sensaciones y se elaboran las respuestas conscientes a dichas situaciones. Es el órgano de las facultades intelectuales: atención, memoria, inteligencia.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Campus virtual de medicina. <http://www.iqb.es/facultad%20de%20medicina/anatomia/tema45/generalidadesl.htm>.

<sup>17</sup> El encéfalo. [http://www.mclibre.org/otros/daniel\\_tomas/3eso/nervioso/encefalo3eso.html](http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/3eso/nervioso/encefalo3eso.html)

FIGURA 9: EI CEREBRO



Cerebro.<http://www.nationalgeographic.es/ciencia/fotos/brain/imagen/humano-cerebro>

#### 4.13 PARTES DEL CEREBRO

**La Médula Espinal:** Lleva la información desde el cerebro, transmitiéndola por todo el cuerpo. Se puede ver como la autopista de información del cuerpo.

**El Bulbo Raquídeo:** Ayuda a controlar las funciones automáticas como la respiración, ritmo cardíaco, la digestión, etc. También funciona como una especie de estación de retransmisión de las señales que vienen desde y hacia el cerebro.

**El Puente de Varolio:** Juega un papel importante en tu nivel de excitación, de conciencia y de sueño. También está implicado en el control de las funciones automáticas del cuerpo.

**El Cerebelo:** Trata principalmente de controlar el movimiento. Ayuda a controlar la postura y el equilibrio, así como posibilita que la gente aprenda a moverse.

**La Amígdala:** Ayuda a almacenar y clasificar los recuerdos cargados de emociones. Desempeña un papel clave en las emociones, especialmente en el miedo.

**El Hipocampo:** Juega un papel clave en la formación de la memoria, así como en la clasificación de la información y en la memoria a largo plazo.

**El Hipotálamo:** Controla muchas funciones corporales, incluyendo el apetito, la sed y el sueño. También juega un papel importante en el control de las emociones.

**El Tálamo:** Es la estación de retransmisión del cerebro. Trasmite la mayoría de las señales sensoriales percibidas (auditivas, visual y del tacto) y ayuda a que se

procesen en otras partes del cerebro. También juega un papel importante en el control motor.

**El Lóbulo Frontal:** Es el centro de mando y de control de tu cerebro. Se encarga del razonamiento y la resolución de problemas, junto con el juicio y los impulsos.

**El Lóbulo Parietal:** Ayuda a procesar el dolor y la sensación de tacto. También participa en la cognición.

**El Lóbulo Temporal:** Ayuda a procesar la sensación del sonido, así como el lenguaje. También está implicado en las emociones, la memoria y el habla.

**El Lóbulo Occipital:** Participa en la sensación visual y el procesamiento. Aquí reside la parte que controla e interpreta la visión.

**El Cuerpo Calloso:** Es el puente neuronal que conecta los dos hemisferios del cerebro. Se encuentra en el centro mismo del cerebro<sup>18</sup>.

#### 4.14 CAPAS DEL CEREBRO

El recubrimiento del cerebro viene dado por tres membranas cubiertas llamadas:

**Duramadre:** La duramadre es la capa de tejido fibroso fuerte más externo, formada por dos hojas de las cuales la más externa está pegada al hueso y representa su perióstico. La capa más interna se une a la membrana aracnoides.

La duramadre presenta tres prolongaciones que penetran el tejido nervioso:

- La hoz del cerebro: que penetra en la cisura interhemisférica y separa ambos hemisferios cerebrales.
- La hoz del cerebelo: separa en este órgano a dos mitades o hemisferios cerebelosos.
- La tienda del cerebelo: separa el cerebelo del cerebro.

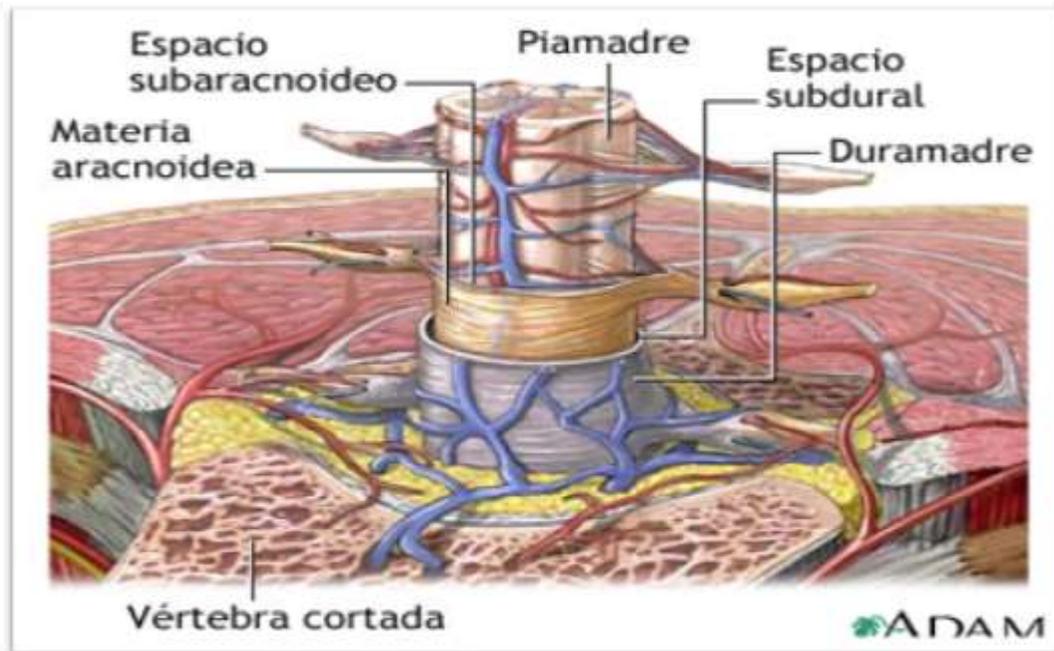
**Aracnoides:** La aracnoides es más delgada que la duramadre y se ubica por dentro de ella. También está formada por dos hojas entre las cuales hay una verdadera malla que define un espacio entre ambas membranas, el espacio subaracnoideo que está lleno del líquido céfalo-raquídeo.

**Piamadre:** La piamadre es la membrana más interna y delgada. Es transparente, está en íntimo contacto con el tejido nervioso y en ella se ubican vasos sanguíneos<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Las partes del cerebro. <https://www.cognifit.com/es/partes-del-cerebro>

FIGURA 10: CAPAS DEL CEREBRO



Sistema nervioso central .<http://sistemanervicentral.blogspot.com.co/2010/11/snc-duramadre-aracnoides-piamadre.html>

#### 4.15 PROCESO INFECCIOSO

En el ambiente se distinguen tres elementos relacionados entre sí, que son responsables de que exista salud o enfermedad. Se conoce como triada ecológica y son:

- El agente o los agentes causales.
- El ambiente propiamente dicho.
- El huésped susceptible o un individuo capaz de enfermarse.

En las enfermedades transmisibles el agente siempre será un agente biológico y el ambiente puede actuar como vía de transmisión.

En el proceso infeccioso, la ruptura del equilibrio se manifiesta por la llamada infección o sea la penetración, desarrollo o multiplicación del agente infeccioso en el

<sup>19</sup> Meninges. [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/neurociencias/html/030.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/030.html)

organismo de una persona o animal. Infección no es sinónimo de enfermedad infecciosa, pero sí el inicio de ella. Generalmente, se llama enfermedad infecciosa al resultado final de esa infección, donde es habitual la manifestación de síntomas o signos clínicos.

No debe confundirse la infección con la infestación, que es el alojamiento, desarrollo y reproducción de artrópodos en la superficie del cuerpo o en las ropas -piojos, sarna, etc.-. Este último concepto también se extiende a la presencia de artrópodos y roedores en objetos y locales infestados, también a la presencia de parásitos en la mucosa intestinal.

En la enfermedad infecciosa se distinguen las etapas o períodos siguientes:

**Período de incubación:** Se extiende desde la entrada y multiplicación del agente hasta la aparición de los primeros síntomas y signos. Este período es asintomático y es más o menos fijo en las enfermedades transmisibles, por lo que cuando aparecen los primeros síntomas, es posible calcular cuándo se produjo la infección y a partir de ahí, dónde y cómo. También sirve para aplicar la medida de control llamada cuarentena de los contactos.

**Período prodrómico:** En él aparecen síntomas y signos generales o vagos, que no definen la enfermedad -fiebre, malestar, cefalea, etc.

**Período de estado:** Aquí aparecen los síntomas y signos que habitualmente definen la enfermedad de que se trate.

**Período final o terminal:** El proceso termina con la muerte o la curación del enfermo o se prolonga y se hace crónico.

**Período de transmisibilidad:** Es característico de las enfermedades transmisibles. Se extiende durante todo el tiempo que la enfermedad es capaz de transmitirse de un individuo al otro. Es útil para establecer la medida conocida como aislamiento del enfermo.

## 4.16 CADENA INFECCIOSA

Habitualmente se utiliza un esquema con seis componentes, que incluye, además, el reservorio, así como la puerta de salida y de entrada.

**Agente:** Agente biológico, agente infeccioso, organismo vivo, virus, rickettsia, bacteria, hongo, protozooario o helminto- capaz de producir una infección o enfermedad infecciosa.

**Reservorio de agentes infecciosos:** Hombre o animal donde normalmente vive y se multiplica un agente infeccioso y del cual depende para su supervivencia y donde se reproduce de manera que pueda ser transmitido a un huésped susceptible y perpetuarse. Los enfermos y portadores son reservorios de agentes infecciosos.

**Puerta de salida:** Sitio o lugar del reservorio por donde el agente infeccioso sale al ambiente, fosas nasales, boca, ano, etc.

**Vía de transmisión:** Pone en contacto el reservorio con el huésped susceptible, el enfermo o portador con el sano.

**Puerta de entrada:** Sitio o lugar del huésped susceptible por donde penetra el agente infeccioso. No necesariamente coincide con la puerta de salida.

**Huésped susceptible:** Persona o animal que en circunstancias naturales es capaz de alojar un agente infeccioso, para los efectos prácticos, trata de personas o animales sanos, que cuando alojan el agente, se convierten en reservorios.

## 5. METODOLOGIA, MATERIALES Y METODO

La máquina para apertura de cráneo en necropsia, fue desarrollada con el fin de realizar un corte en la bóveda craneal para el procedimiento de necropsia.

El desarrollo está basado en un sistema mecánico adaptable para el área del cráneo y funcional a través de la involucración de un sistema eléctrico que permite realizar maniobras de corte rápido y preciso en la bóveda craneal.

FIGURA 11: MÁQUINA PARA APERTURA DE CRÁNEO



Máquina para apertura de cráneo. Archivo del autor

Presenta una plataforma en acero inoxidable, que es ideal para la limpieza y conservación de la estructura, también una base en poli estireno que ayuda a que la máquina sea más liviana y fácil de movilizar, ya que cuenta con cuatro ruedas giratorias con freno independiente.

De acuerdo a la experiencia que se ha tenido en el campo de la biomédica, se tomaron conceptos básicos para tener cuenta en el diseño general, como:

- Sistema de cambio de altura y fuelle, nace del principio funcional de una cama hospitalaria en el área de sus movimientos.
- Sistema de ruedas, nace del principio básico de rodamiento de una camilla o cama hospitalaria.
- Diseño de chasis y arco de corte fue desarrollado a prueba y error para que sea ergonómico y evitar volcamiento.
- Diseño eléctrico para cumplir con las necesidades que exige el área de corte y sostenimiento en sí mismo para su rendimiento.

## 5.1 DIAGRAMA EN BLOQUES DE FUNCIONAMIENTO

El desarrollo eléctrico está basado de la siguiente manera o modo de operación:

FIGURA 12: DIAGRAMA ELECTRICO EN BLOQUES

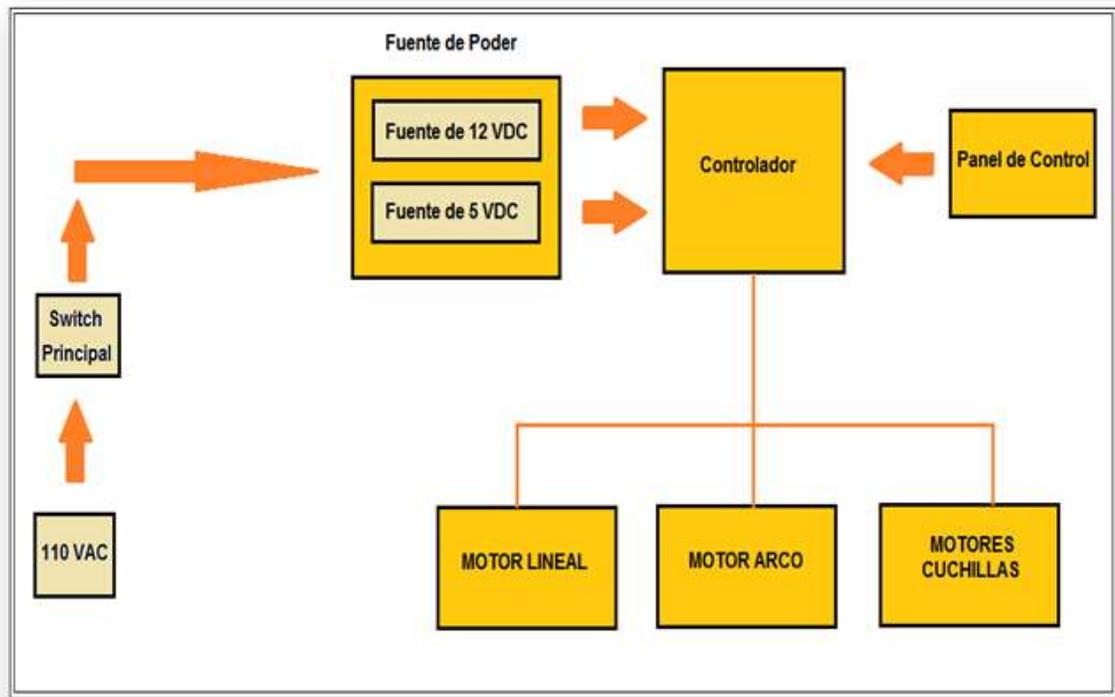
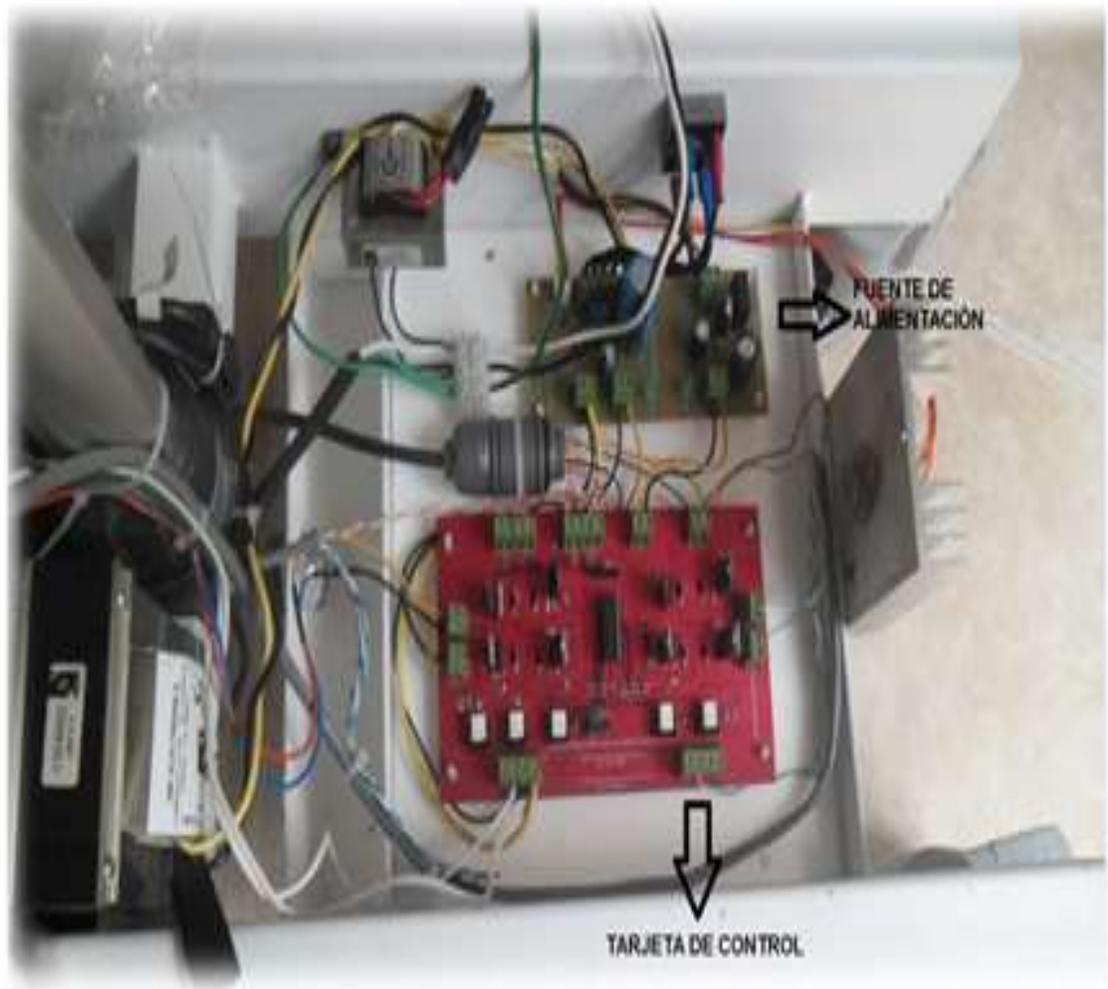


Diagrama en bloques eléctrico. Archivo del autor

- Alimentación de entrada voltaje de 110 VAC / 60 Hz
- Interruptor general con piloto de encendido y porta fusibles de 5 A
- Fuente de alimentación que suministra dos voltajes regulados:
  - 12 VDC, voltaje regulado que cubre el área de potencia (motores de corte, motor lineal, motor arco )
  - 5 VDC, voltaje regulado para alimentación controlador PIC, alimentación panel de control.

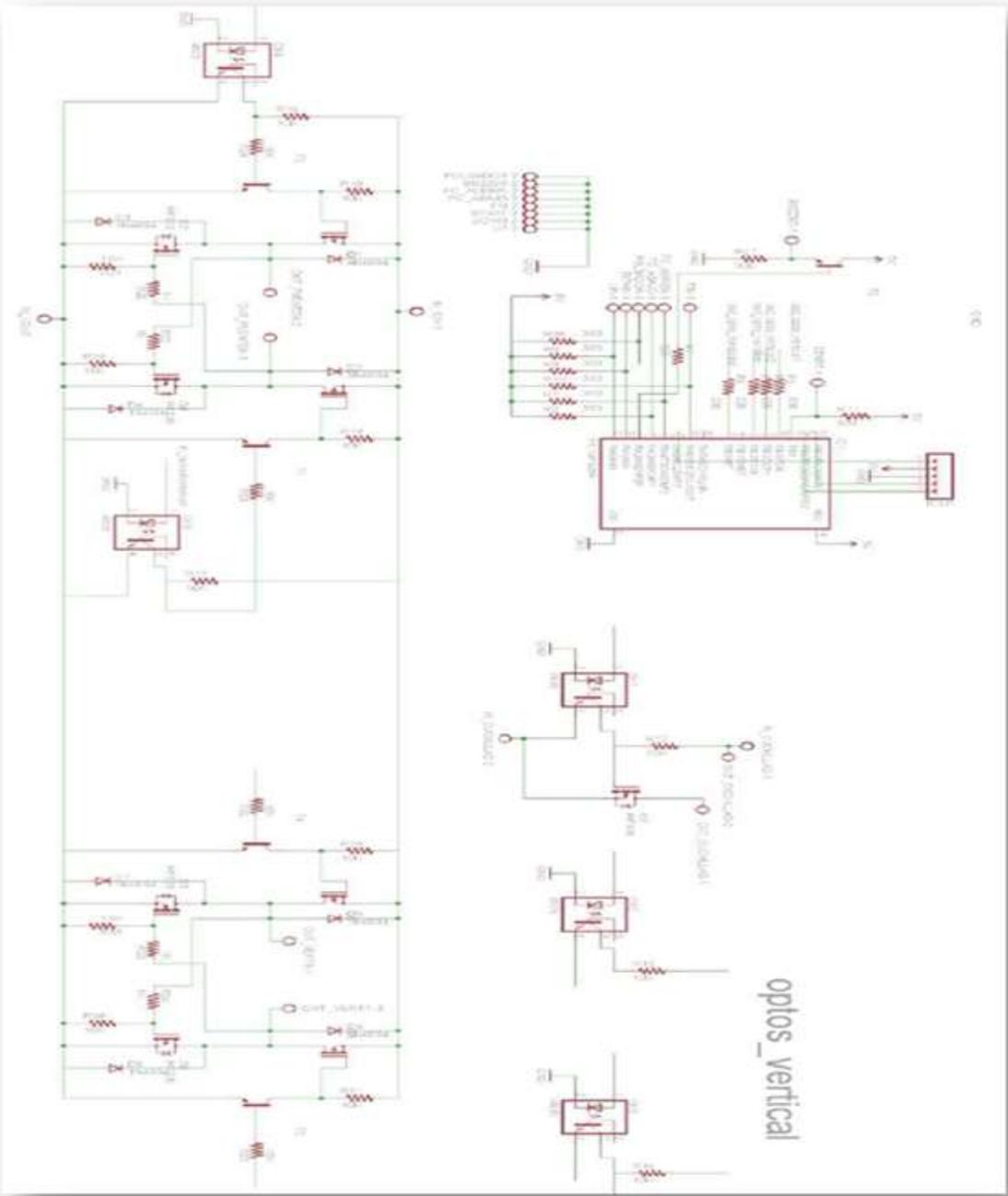
FIGURA 13: TARJETAS ELECTRONICAS (FUENTE Y TARJETA DE CONTROL)



Tarjeta fuente y tarjeta control. Archivo del autor

# 5.1.1 CIRCUITO GENERAL ELÉCTRICO

FIGURA 14: TARJETA ELECTRONICA GENERAL



Tarjeta electrónica General. Archivo del autor

## 5.2 DIAGRAMA EN BLOQUES DISEÑO MECÁNICO

El sistema mecánico general de la máquina consta de cinco fases cuya funciones principales son:

- Anti volcamiento
- Traslados y freno en general
- Cambio de altura
- Corte a 360 grados

FIGURA 15: DIAGRAMA MECÁNICO EN BLOQUES

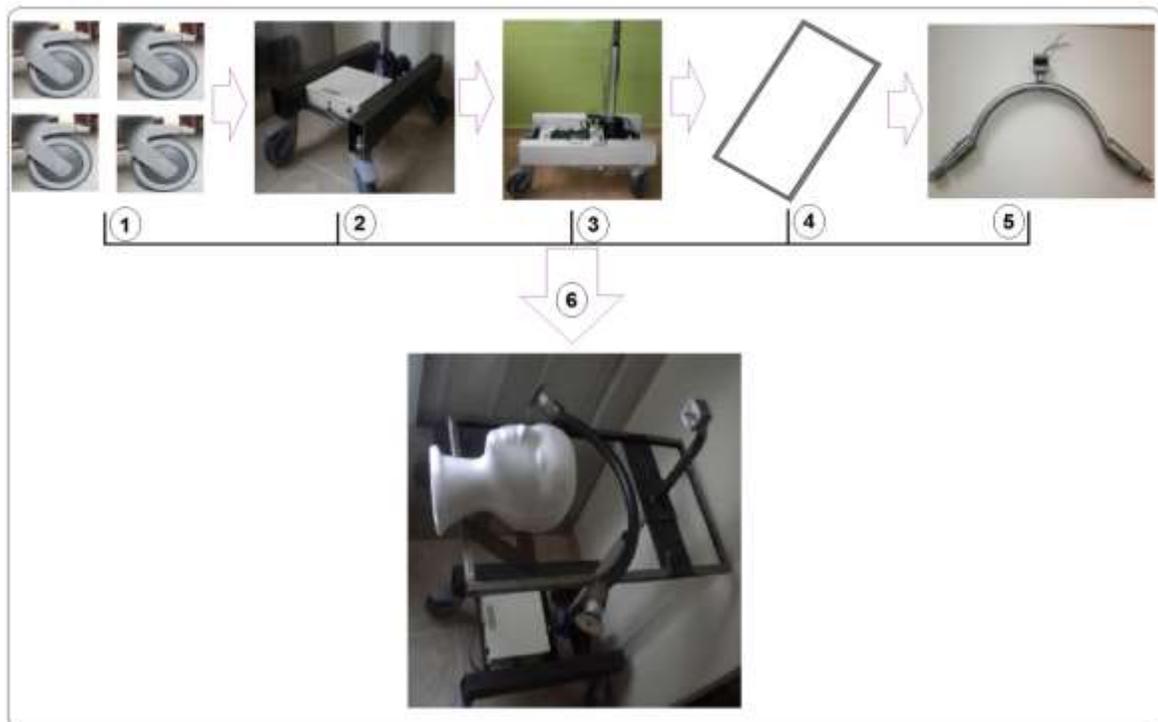


Diagrama en bloques mecánico. Archivo del autor

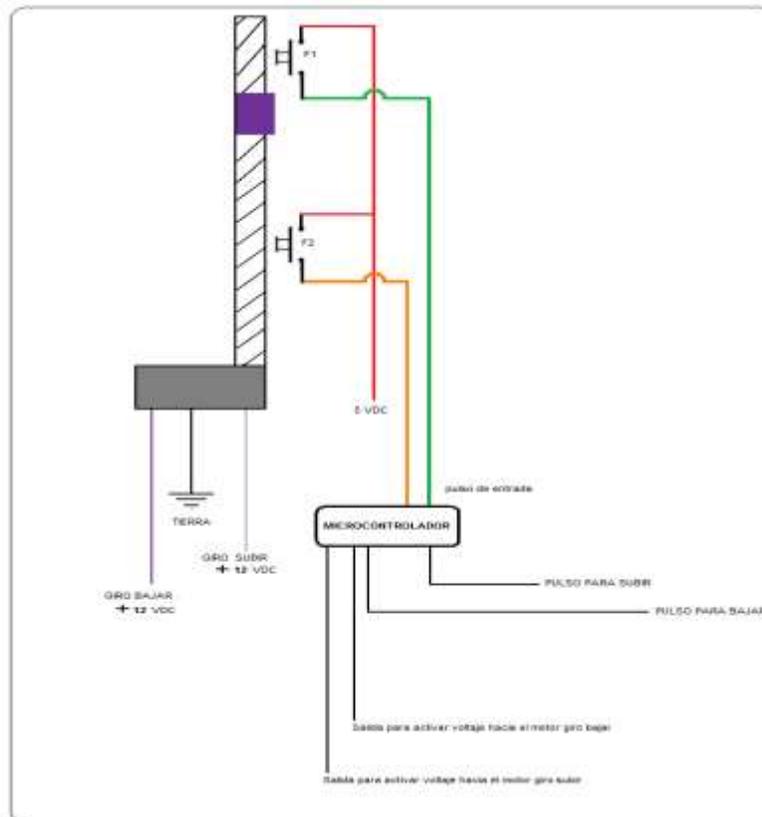
1. Rueda plástica giratoria de 6" con freno individual, cuya función freno general, parcial o nulo de la máquina.
2. Plataforma metálica que consta de dos soportes metálicos, cuya función soporta cuatro ruedas, motor lineal y circuito general.
3. Motor lineal, cuya función es generar cambio de altura entre la plataforma metálica y la bandeja de soporte.

4. Bandeja de soporte, cuya función área de maniobra de corte y conexión mecánica entre el motor lineal y arco de corte.
5. Arco de corte, cuya función es sostener dos motores de lata revolución para generar el corte en la bóveda craneal.

### 5.3 SISTEMA DE CAMBIO DE ALTURA

La máquina cuenta con un sistema de cambio de altura eléctrico a través de un motor con alimentación de 12 VDC, que es controlado con dos fines de carrera para controlar el cambio de altura.

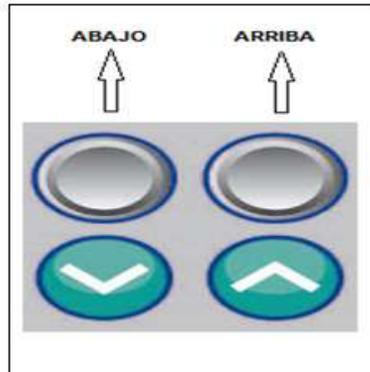
FIGURA 16: SISTEMA ELECTRICO MOTOR DE CAMBIO DE ALTURA



Sistema eléctrico motor cambio de altura. Archivo del autor

Para la activación del motor se requiere de la activación de dos teclas de subida y bajada, ubicados en el panel de control de la máquina. Estas teclas vienen ilustradas de la siguiente manera:

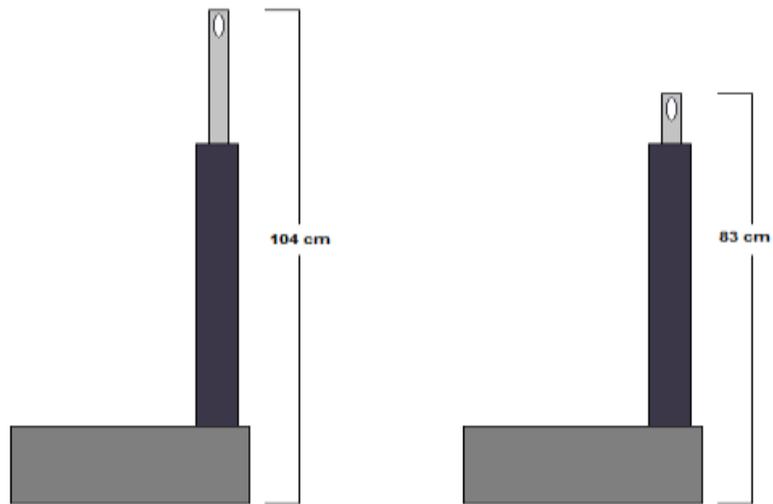
**FIGURA 17: TECLA DE SUBIDA Y BAJADA EN MOTOR CAMBIO DE ALTURA**



Teclas de activación subida y bajada de motor. Archivo del autor

Esta idea nace para que la máquina sea adaptable a cualquier mesa de procedimiento en necropsia con un altura mínima es 83 cm y altura máxima 104 cm y recubierto por un fuelle para evitar filtraciones de agua en el sistema eléctrico interno.

**FIGURA 18: IMAGEN ILUSTRATIVA MOTOR DE CAMBIO DE ALTURA**



Fase de cambio tecnológico. Archivo del autor

## 5.4 SISTEMA DE ARCO DE CORTE

La máquina para apertura de cráneo cuenta con un arco en acero inoxidable que gira alrededor del cráneo de manera eléctrica a través de un motor reductor y que a su vez, sostiene dos motores de alta revolución con cuchillas en acero inoxidable que se adapta a la bóveda del cráneo a través de un resorte ajustable que lo gradúa el técnico que realizaría la función.

El giro del arco es de 360 grados de manera continua hasta que se realice el corte final.

FIGURA 19: IMAGEN ILUSTRATIVA GIRO DE ARCO EN CABEZA

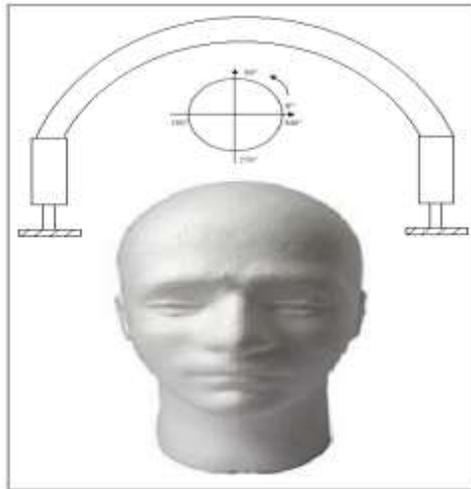


Imagen arco en cabeza. Archivo del autor

Las fases del corte vienen dadas de la siguiente manera:

- Ajuste de las cuchillas en el hueso frontal y occipital ( Las cuchillas hacen un primer corte para generar profundidad en el hueso)
- Giro del motor reductor del arco, generando corte en los huesos parietales y a su vez giran los motores de las cuchillas, ( El técnico va ajustando el sistema de resorte hasta que finalice el corte final)

## 5.5 CONTROL DE MANDO

Maneja un sistema de mando eléctrico impermeable a través de un teclado con membranas resistentes y un sistema electrónico el cual está programado para realizar la respectiva acción del corte.

Tarjeta electrónica desarrollada de manera convencional con pulsadores e indicadores led verdes para cada movimiento.

FIGURA 20: TARJETA ELECTRONICA CONTROL MANDO



Tarjeta electrónica. Archivo del autor

Tarjeta electrónica con calcomanía ilustrativa, cubierta por una carcasa plástica sellada que evita filtración de agua.

FIGURA 21: IMAGEN ILUSTRATIVA GIRO DE ARCO EN CABEZA



Panel de control. Archivo del autor

La tarjeta electrónica cuenta con una calcomanía amigable con ilustraciones que muestran cada función.

FIGURA 22: CALCOMANIA CONTROL MANDO



Calcomanía panel de control. Archivo del autor

#### Activación Funciones

1. Stop: Paro de funciones
2. Arriba: Activación UP motor lineal
3. Abajo: Activación DOWN motor lineal.

## 5.6 SISTEMA DE RUEDAS

El cuerpo general de la máquina consta de cuatro ruedas giratorias con vástago de 6", bloqueo central, sistema de rodamiento sellado libre de mantenimiento y capacidad de peso 60 Kg.

FIGURA 23: RUEDA INDIVIDUAL



Rueda individual. Archivo del auto

El sistema de cuatro ruedas está sujeto a dos soportes metálicos; Cada rueda cuenta con la posibilidad de desmontar para cambio o mantenimiento.

FIGURA 24: MONTAJE SISTEMA RUEDAS



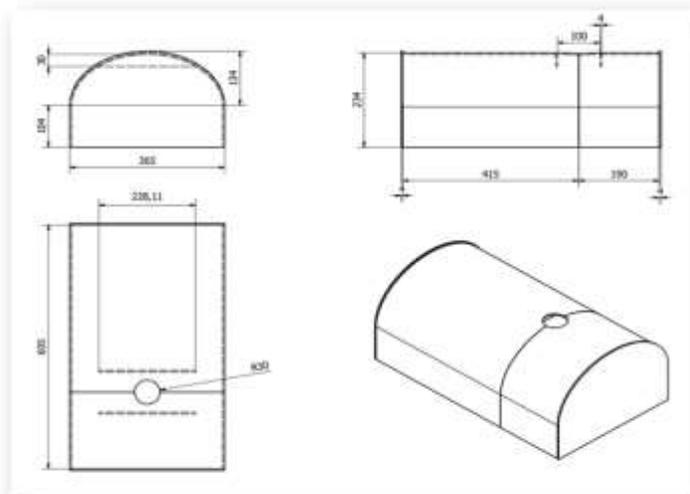
Montaje sistema de ruedas. Archivo del autor

## 5.7 SISTEMA DE CUBIERTAS

El sistema eléctrico de la maquina está protegido por dos cubiertas desmontables en Poli estireno, que ayudan a evitar filtraciones de agua y exposiciones a daños eléctricos.

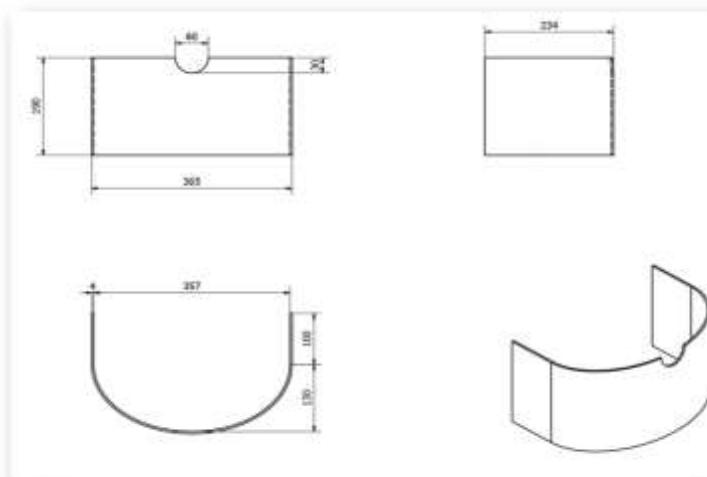
- La cubierta general protege el sistema eléctrico general.
- La cubierta arco protege el conjuntó eléctrico del arco.

FIGURA 25: CUBIERTA SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL



Cubierta sistema eléctrico general. Archivo del autor

FIGURA 26: CUBIERTA MOTOR GIRO DE ARCO DE CORTE



Cubierta motor giro de arco de corte. Archivo del autor

## 5.8 MODO DE FUNCIONAMIENTO

Se requiere una conexión a 110 VAC / 50 Hz, e inicie las siguientes instrucciones:

- Conecte el cable de poder a la toma corriente. 110 VAC / 50 Hz
- Oprimo Star para iniciar y suena Buzzer por 5 segundos.

*“Si no se oprime Star no funciona nada”*

*“toda tecla que se oprima genera sonido hasta cuando se suelte la misma”*

- Una vez se oprima Star, motor Lineal funciona, sube o baja hasta buscar la altura deseada o hasta cuando encuentre fin de carrera del motor.
- Ajuste el arco en la bóveda del cráneo (motores ubicados en el hueso frontal y occipital)
- Oprimo Star por segunda vez, Motor Lineal deja de funcionar y a los 4 segundos de haber oprimido por segunda vez Star, Motor Cuchillas 1 y 2 giran durante 15 segundos continuos y se detienen.
- A los 4 segundos Motor Cuchillas 1 y 2 vuelen a girar y a los 8 segundos empieza a girar Moto reductor.
- El motor reductor gira y para cada 2 segundos y vuelve a girar, así sucesivamente hasta cuando se oprima Stop. (Motor Cuchillas 1 y 2 siguen girando).
- Al oprimir stop Moto reductor para, Motores cuchilla 1 y 2 siguen girando por 7 segundos más.

Inmediatamente suena Buzzer por 15 segundos.

Fin

**Nota 1:** Motor reductor se devuelve manualmente

**Nota 2:** Tener en cuenta los led de encendido.

**Nota 3:** Cuando los Motores Cuchillas y Motor reductor estén funcionando, Motor Lineal no funciona.

**Nota 4:** Si no se oprime Star por segunda vez, Motores Cuchillas y Moto Reductor no funcionan.

**Nota 5:** El técnico debe estar ajustando de forma manual el arco sobre la bóveda del cráneo hasta que se realice el corte.

## 5.9 ESPECIFICACIONES GENERALES:

Ancho: 36 cm

Largo: 76 cm

Peso: 30 Kg

Altura máxima: 130 cm

Altura máxima a bandeja: 104 cm

Altura mínima: 109 cm

Altura mínima a bandeja: 83 cm

### 5.9.1 VISTA LATERAL DERECHA

FIGURA 27: VISTA LATERAL DERECHA



Vista lateral derecha. Archivo de autor

1. Arco de corte
2. Bandeja de soporte
3. Motor lineal
4. Cubierta circuito general
5. Panel de control
6. Motor giro arco de corte

## 5.9.2 VISTA POSTERIOR

FIGURA 28: VISTA POSTERIOR



Vista posterior. Archivo de autor

1. Cubierta motor giro arco de corte
2. Entrada 110 VAC
3. Sistema de frenos
4. Interruptor general
5. Panel de control

### 5.9.3 VISTA FRONTAL

FIGURA 29: VISTA FRONTAL



Vista frontal. Archivo de autor

1. Cuchillas de corte
2. Fuelle protector motor lineal
3. Cubierta frontal
4. Sistema de frenos

## 5.9.4 VISTA ARCO DE CORTE

FIGURA 30: VISTA ARCO

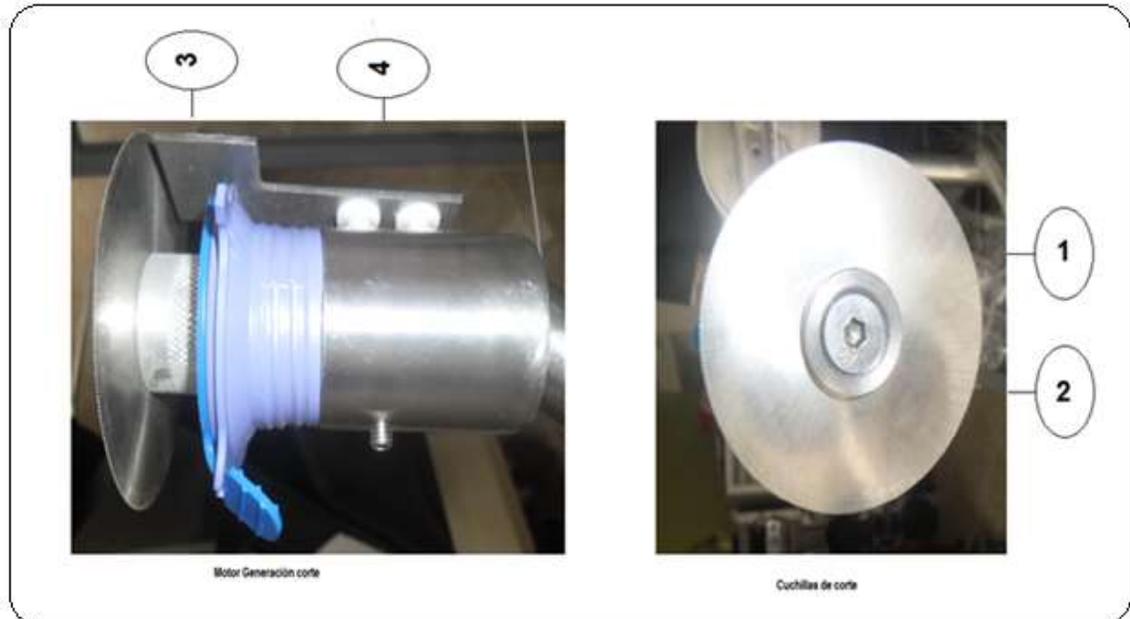


Vista de arco. Archivo de autor

1. Motor corte No1 con cuchilla
2. Motor corte No2 con cuchilla
3. Resorte de ajuste
4. Arco de corte

## 5.9.5 VISTA MOTORES DE CORTE

FIGURA 31: VISTA MOTORES ARCO



Vista motores arco. Archivo de autor

1. Cuchilla de corte
2. Tornillo allen de ajuste de cuchilla o desmonte de cuchilla.
3. Espaciador de corte
4. Motor de corte

## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TABLA1: Cronograma fase I

ACTIVIDADES	DURACIÓN	
	ENERO - JUNIO	JULIO - NOVIEMBRE
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	■	
SEGUIMIENTO E INVESTIGACIÓN		■
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		■
JUSTIFICACION		■
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS		■
PRESENTACIÓN DE AVANCES		■

Cronograma Fase I. Archivo de autor

TABLA2: Cronograma fase II

ACTIVIDADES	DURACIÓN	
	ENERO - JUNIO	JULIO - NOVIEMBRE
RESULTADOS Y DISCUSION	■	
AJUSTES MONTAJE Y PRUEBA DE ERROR		■
MARCO DE REFERENCIA		■
PRESENTACIÓN AVANCES		■

Cronograma Fase II. Archivo de autor

**TABLA 3: Cronograma fase III**

ACTIVIDADES	DURACIÓN	
	ENERO - JUNIO	JULIO - NOVIEMBRE
MONTAJE Y PRUEBA DE ERROR		
INTRODUCCION Y LIMITANTES		
MARCO DE REFERENCIA		
PRESENTACIÓN AVANCES		

Cronograma Fase III. Archivo de autor

## 7. CONCLUSIONES

En el transcurso del desarrollo de este proyecto, se consolidó un mecanismo electromecánico estable que a través de la prueba y error cumplió con el propósito para el cual fue diseñado.

La máquina para apertura de cráneo redujo el factor de riesgo, al cual era expuesto el técnico que realizaba cuya función, ya que es un sistema eléctrico controlado que evita que el técnico tenga menos relación en el proceso de corte.

El avance continuo de la tecnología busca siempre mejorar los procesos diarios, y obliga a la creación de nuevas y mejores herramientas que contribuyan en un progreso óptimo y funcional de calidad. Esto nos llevó a dar el primer paso en la creación de la máquina para apertura de cráneo.

En el proceso de evolución de la máquina para apertura del cráneo implementada en necropsias, se logra mejorar la parte estructural y de calidad, hasta un punto funcionalmente estable para su uso en este tipo de procedimientos.

El diseño para cual fue creada la máquina para apertura de cráneo, requiere ser probada en personas, ya que de ahí dependen las infinitas mejoras que se deben hacer a nivel estructural y eléctrico. Las pruebas realizadas fueron basadas con cabezas de maniquí en icopor o fibra de vidrio.

El uso de la máquina para apertura de cráneo requiere que la persona que manipule la maquina cuente con un entrenamiento apropiado para evitar factores de riesgos que afecten la integridad del manipulante.

## 8. ANEXOS

### 8.1 PROGRAMACIÓN PROYECTO ARCO

```
#include <xc.h>
// CONFIG
#pragma config FOSC = INTOSCIO // Oscillator Selection bits (INTOSC oscillator:
I/O function on RA6/OSC2/CLKOUT pin, I/O function on RA7/OSC1/CLKIN)
#pragma config WDTE = OFF // Watchdog Timer Enable bit (WDT disabled)
#pragma config PWRTE = OFF // Power-up Timer Enable bit (PWRT disabled)
#pragma config MCLRE = OFF // RA5/MCLR/VPP Pin Function Select bit
(RA5/MCLR/VPP pin function is digital input, MCLR internally tied to VDD)
#pragma config BOREN = ON // Brown-out Detect Enable bit (BOD enabled)
#pragma config LVP = OFF // Low-Voltage Programming Enable bit
(RB4/PGM pin has digital I/O function, HV on MCLR must be used for
programming)
#pragma config CPD = OFF // Data EE Memory Code Protection bit (Data
memory code protection off)
#pragma config CP = OFF // Flash Program Memory Code Protection bit
(Code protection off)
#define _XTAL_FREQ 4000000 // Fosc frequency for _delay() library
unsigned char i=0, TIME=0, flag=0; //variables uso general
void main()
{
TRISA=0B01011011; //configuracion puerto A
TRISB=0B00100000; //configuracion puerto b
PORTBbits.RB0=1; //MOTOREDUCTOR 1-apagado, 0-encendido
PORTBbits.RB2=1; //CUCHILLAS
PORTBbits.RB3=1; //VERTICAL
PORTBbits.RB4=1; //VERTICAL
PORTAbits.RA2=1; //PULSADOR
CMCONbits.CM=0B111;
__delay_ms(500); //RETARDO
```

```

while(1)
{
if(PORTBbits.RB5==0) //esperar a que se oprima start
{
while(PORTBbits.RB5==0) //suena buzzer mientras se oprime la tecla
{
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_ms(1);} //BUZZER
}
for(TIME=0;TIME<10;TIME++)//suena buzzer por 5 seg
{
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_ms(1);} //BUZZER
}
__delay_ms(500); //RETARDO
TIME=0;
flag=0;
while(flag==0)
{
TIME++;
if(TIME==20){flag=1;} //contador para los 20 seg que funciona el motor vertical
while(PORTAbits.RA0==0) //se oprime SUBIR
{
if(PORTAbits.RA4==0){PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;flag=1;break;} //si
llego al max rompe el caso
PORTBbits.RB3=0; //inicia el motor vertical
PORTBbits.RB4=1;
TIME=0;
for(i=0;i<250;i++) //suena buzzer mientras se oprime la tecla
{
PORTAbits.RA2=1;
__delay_ms(1); //RETARDO

```

```

PORTAbits.RA2=0;
__delay_ms(1); //RETARDO
if(PORTAbits.RA4==0){PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;flag=1;break;}
}
}
PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;//para motor vertical
__delay_ms(500); //RETARDO
while(PORTAbits.RA1==0) //se oprime BAJAR
{
if(PORTAbits.RA3==0){PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;flag=1;break;}//si
llego al min rompe el caso
PORTBbits.RB3=1;
PORTBbits.RB4=0;//inicia el motor vertical
TIME=0;
for(i=0;i<250;i++)//suena buzzer mientras se oprime la tecla
{
PORTAbits.RA2=1;
__delay_ms(1); //RETARDO
PORTAbits.RA2=0;
__delay_ms(1); //RETARDO
if(PORTAbits.RA3==0){PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;flag=1;break;}
}
}
PORTBbits.RB3=1;PORTBbits.RB4=1;//para motor vertical
__delay_ms(500); //RETARDO
}
TIME=0;
flag=0;
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
while(PORTBbits.RB5==1){TIME++;__delay_ms(500);if(TIME==40){flag=1;break;}}
//si no se oprime start por 2 vez termina el proceso

```

```

if(flag==0) //se oprime start por 2 vez
{
while(PORTBbits.RB5==0)//suena buzzer mientras se oprime la tecla
{
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
}
__delay_ms(4000); //RETARDO
TIME=0;
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
PORTBbits.RB2=0; //inicia CUCHILLAS y espera 15 seg
__delay_ms(5000); //RETARDO
__delay_ms(5000); //RETARDO
__delay_ms(6000); //RETARDO
PORTBbits.RB2=1; //detiene CUCHILLAS
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
__delay_ms(4000); //RETARDO espera los 4 seg
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
PORTBbits.RB2=0; //inicia CUCHILLAS y espera 8 seg para iniciar el
motoreductor
__delay_ms(5000); //RETARDO
__delay_ms(3000); //RETARDO
while(PORTAbits.RA6==1) //mientras no se presione stop, gira el motoreductor
cada medio seg
{
PORTBbits.RB0=0;
for(TIME=0;TIME<5;TIME++){__delay_ms(100);if(PORTAbits.RA6==0){break;}}
PORTBbits.RB0=1;
for(TIME=0;TIME<5;TIME++){__delay_ms(100);if(PORTAbits.RA6==0){break;}}
}

```

```
PORTBbits.RB0=1; //detiene motoreductor y espera 7 seg
__delay_ms(5000); //RETARDO
__delay_ms(2000); //RETARDO
PORTBbits.RB2=1; //detiene CUCHILLAS
}
for(TIME=0;TIME<30;TIME++) //suena buzzer por 15 seg
{
for(i=0;i<250;i++){PORTAbits.RA2=1;__delay_ms(1);PORTAbits.RA2=0;__delay_
ms(1);} //BUZZER
}
}
//FIN DEL PROGRAMA
}
}
```

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Coitinho Azevedo, R. A. (09 de 10 de 2013). *BIOSEGURIDAD MICROBIOLÓGICA EN SALA DE AUTOPSIAS*. Obtenido de [http://www.uv.es/gicf/3R1\\_Cointinho\\_GICF\\_09.pdf](http://www.uv.es/gicf/3R1_Cointinho_GICF_09.pdf)
2. Enciclopedia de salud, diabética y psicología. (12 de 02 de 2015). *enciclopedisalud.com*. Obtenido de <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/infeccion>
3. GIRALDO, C. A. (12 de 1993). *ORGANIZACIÓN DE LA MEDICINA LEGAL EN COLOMBIA*. Obtenido de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/mlcr/v10n2v11n1/art11.pdf>
4. GIRALDO., C. A. (29 de 09 de 2014). *Medicina legal en Colombia. Crónica de un centenario y sus antecedentes*. Obtenido de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/3055/2225>
5. José Miguel Suescún Vargas, R. A. (11 de 09 de 2015). *Historia de la medicina legal*. Obtenido de <http://www.medicasuis.org/anteriores/volumen22.1/doc10.pdf>
6. Ministerio de la Protección Social. (11 de 09 de 2015). *Derechos y Deberes en salud ocupacional y riesgos profesionales*. Obtenido de [www.valledelcauca.gov.co/salud/descargar.php?id=3034](http://www.valledelcauca.gov.co/salud/descargar.php?id=3034)
7. Ministerio de Salud Pública. (17 de 04 de 1999). *DECRETO 786 DE 1990*. Obtenido de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/16629/Decreto+0786-1990+AUTOPSIAS.pdf/f745ff97-71c0-491f-b395-1326806a97d2>
8. Ministerio de Salud. (04 de 1997). *Conductas Básicas en Bioseguridad: Manejo Integral*. Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio\\_vih/documentos/prevencion/promocion\\_prevencion/riesgo\\_biol%C3%B3gico-bioseguridad/b\\_bioseguridad/BIOSEGURIDAD.pdf](https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio_vih/documentos/prevencion/promocion_prevencion/riesgo_biol%C3%B3gico-bioseguridad/b_bioseguridad/BIOSEGURIDAD.pdf)

9. SlideShare. (24 de 01 de 2012). *Sala de autopsias*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/jaifegon2/sala-de-autopsias-11238404>
  
10. Universidad del Valle. (2005). *Factores de Riesgo Ocupacional*. Obtenido de <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>