

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**“REDISEÑO DEL QUIRÓFANO DE INTERVENCIONES DE NEUROCIRUGÍA  
DEL HOSPITAL J. M. DE LOS RÍOS SOBRE LA BASE DE UN ESTUDIO  
ERGONÓMICO”**

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Brs. Guerrero V. Isabel T.  
Ocampo G. Rosalyn  
Para optar al Título  
De Ingeniero Mecánico

Caracas, 2003

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

### **"REDISEÑO DEL QUIRÓFANO DE INTERVENCIONES DE NEUROCIRUGÍA DEL HOSPITAL J. M DE LOS RIOS SOBRE LA BASE DE UN ESTUDIO ERGONÓMICO".**

TUTOR ACADEMICO: Ing. Gudiel, María Elena.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Vásquez, Luis.

COTUTOR: Ing. Martínez, Manuel.

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Brs. Guerrero V. Isabel T.  
Ocampo G. Rosalyn  
Para optar al Título  
De Ingeniero Mecánico

Caracas, 2003

Caracas, Mayo 2003

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por las bachilleres Guerrero. V. Isabel. T. y Ocampo. G. Rosalyn titulado:

**"REDISEÑO DEL QUIRÓFANO DE INTERVENCIONES DE  
NEUROCIRUGÍA DEL HOSPITAL J. M. DE LOS RÍOS SOBRE LA BASE DE  
UN ESTUDIO ERGONÓMICO"**

Consideran cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al título de Ingeniero Mecánico, sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, lo declaran APROBADO.

---

Ing. Barragán, Antonio.  
Jurado.

---

Ing. Gudiel Maria, Elena.  
Tutora Académica.

---

Ing. Roldán, José.  
Jurado.

---

Ing. Vásquez, Luis.  
Tutor Industrial.

## **DEDICATORIA**

A ese Dios que está en todo lo que me rodea y que me ha dado salud, fuerza, amor y constancia para trabajar día a día por este proyecto de vida, que completa una de sus más importantes etapas con este trabajo.

Va dedicado de igual forma a mis padres, quienes con su ejemplo y dedicación imprimieron en mí la constancia y fortaleza necesarias para lograr alcanzar esta meta, apoyándome y acompañándome a lo largo del camino recorrido para llegar hasta aquí.

También a todas aquellas personas que forman parte de mi entorno, familiares y amigos, quienes supieron brindarme su apoyo incondicional en los momentos que más los necesité.

Isabel Guerrero.

## DEDICATORIA

Este trabajo es el resultado del esfuerzo diario por alcanzar una meta, pero ese esfuerzo no es solo mío es también de todos aquellos que caminaron junto a mi, brindándome el apoyo en los momentos de adversidad, este trabajo va dedicado a todos ustedes:

A mi familia, mi padre, mis hermanas y en especial a mi madre quien siempre ha sido fuente de inspiración y modelo a seguir, bastón de apoyo en todo momento, sin ti esto no sería posible, mi triunfo es el tuyo.

Eduardo D'Jesús quien me brindó su mano en los primeros años de mi carrera.

A mi novio, amigo y eterno socio Idelfonso Molina, quien supo darme su apoyo así como buenos consejos en los momentos en que más necesité de un amigo, gracias por tu amor y comprensión, son correspondidos.

A Dios y al amor que siempre rodea todo lo maravilloso de mi vida poniendo un toque de inspiración divina.

Rosalyn Ocampo

## AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de este trabajo, la colaboración de las personas que nombraremos a continuación, resultó fundamental, por ello queremos agradecer su valioso aporte:

- Ingeniero María Elena Gudiel. Profesora del área de diseño. Escuela de Ingeniería Mecánica. U. C. V
- Ingeniero Luis Vásquez. Profesor del departamento de Higiene y Seguridad. U. C. V
- Ingeniero Manuel Martínez. Profesor del área de postgrado de la Escuela de Ingeniería Mecánica. U. C. V
- Ingeniero Electricista Pedro Lecue. Profesor de Ingeniería Eléctrica y Automatización. Escuela de Ingeniería Mecánica. U. C. V
- Ingeniero Electrónico Héctor Alfonso. Director de Tecnología e Investigación. Tecnomed.
- Doctor Edgar Sotillo. Neurocirujano del Hospital J. M de los Ríos.
- Doctor Nickel Zamakona. Anestesiólogo del Centro Médico de San Bernardino.
- Licenciada Betzabeth Gutiérrez, Coordinadora de enfermería del área quirúrgica del Hospital J. M. de los Ríos.
- Señor Fernando Soto.
- Sra. Merys Cardozo y familia.
- Lic Yelitza Crespo
- Ing. Betty Crespo y familia.
- A nuestros padres y amigos.

Y en general a todas aquellas personas que con el aporte de un granito de arena nos ayudaron a construir este castillo.

A Dios gracias.

**Guerrero V. Isabel T. y Ocampo G. Rosalyn.**

**REDISEÑO DEL QUIRÓFANO DE INTERVENCIONES DE  
NEUROCIRUGÍA DEL HOSPITAL J. M. DE LOS RÍOS SOBRE LA  
BASE DE UN ESTUDIO ERGONÓMICO.**

**Tutor Académico: Prof. Ing. Gudiel Maria Elena. Tutor Industrial: Ing. Vásquez**

**Luis. Tesis. Caracas, U. C. V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería**

**Mecánica. 2003. 171.**

Ergonomía, puestos de trabajo, quirófanos.

Con la finalidad de obtener mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo del personal de neurocirugía del Hospital J. M de los Ríos se aplicó una metodología de diseño fundamentada en las especificaciones realizadas por la fundación Española MAPFRE y técnicas creativas para la generación de ideas, que involucraron al personal que labora en el quirófono de neurocirugía de la citada institución de salud, lo que permitió establecer la propuesta para el rediseño de dicho espacio, Para ello fue necesario evaluar el quirófono en función de la disposición de la normativa COVENIN, espacio físico, equipamiento, así como estudiar las cargas estáticas, dinámicas, los esfuerzos sensomotrices, la atención, concentración, turnos, horarios, riesgos de accidentes, contaminantes químicos, iluminación, ruido, vibraciones y radiaciones, a las que está sometido el personal quirúrgico. Por medio de los procedimientos antes expuestos se identificó que la iluminación es deficiente, las conexiones eléctricas, las conexiones de la máquina de anestesia al paciente y de la succión conforman una red de obstáculos que impiden el libre tránsito dentro del quirófono, de igual manera se observó que las posturas adoptadas influirán para el desarrollo de enfermedades ocupacionales en el personal. Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron recursos como: filmación, captación de imágenes digitales, entrevistas enfocadas en la evaluación del puesto de trabajo por parte del personal, actividades en grupo para generación de ideas. Para resolver dicha problemática se aplicaron técnicas creativas como tormenta de ideas y mapas mentales realizados en pequeñas mesas de trabajo con algunos miembros del equipo médico, de tal forma que ellos mismos establecieran, según sus exigencias, posibles soluciones factibles. Los diseños finales fueron concebidos mediante la evaluación de las ideas propuestas por medio de matrices morfológicas. De tal manera que la organización de este trabajo es en siete capítulos: Capítulo 1. El problema donde se definen los objetivos y alcances del trabajo. Capítulo 2. Estudio del funcionamiento del quirófono, en donde se presenta la información necesaria referente al espacio físico, los usuarios, equipos utilizados y el proceso la intervención. Capítulo 3. Normas, donde se presenta las especificaciones de las normas venezolanas existentes para el diseño de quirófono y las actuales condiciones de la sala en estudio con respecto a dichas normas. Capítulo 4. Metodología de diseño, se establecen todas las bases creativas así como la las especificaciones del diseño final. Capítulo 5. Nuevas tecnologías, en el que se nombran loa equipos existentes actualmente en el mercado y que podrían contribuir a un mejor funcionamiento del quirófono. Capítulo 6. Análisis de resultados. Capítulo 7. Recomendaciones y conclusiones.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE ANEXOS.</b> .....	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPITULO 1. PRINCIPIOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>1.1. Breve Reseña Histórica del Hospital J. M. de los Ríos</b> .....	<b>22</b>
<b>1.2. Antecedentes.</b> .....	<b>22</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>23</b>
<b>1.4. Planteamiento del Problema</b> .....	<b>25</b>
<b>1.5. Objetivos</b> .....	<b>26</b>
<i>1.5.1. Objetivo General</i> .....	<b>26</b>
<i>1.5.2. Objetivos Específicos</i> .....	<b>26</b>
<b>1.6. Alcances.</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPITULO 2. ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL QUIRÓFANO</b> .....	<b>28</b>
<b>2.0. Introducción.</b> .....	<b>28</b>
<b>2.1. Procedimiento para la Recolección de Información</b> .....	<b>28</b>
<b>2.2. Descripción del Área laboral.</b> .....	<b>29</b>

2.2.1. Equipos del Quirófano.....	37
<b>2.3. Investigación de Usuarios.....</b>	<b>41</b>
2.3.1. Identificación de Usuarios.....	41
2.3.2. Descripción del Proceso.....	44
<b>2.4. Investigación Ergonómica.....</b>	<b>47</b>
2.4.1. Ergonomía.....	47
2.4.2. Análisis de los Puestos de Trabajo.....	53
2.4.3. Cursogramas Analíticos.....	54
2.4.4. Método Mapfre.....	60
2.4.5. Evaluación Ergonómica Según Cada Puesto de Trabajo....	62
2.4.6. Cargas Físicas Durante la Jornada de Trabajo.....	74
Neurocirujano.....	74
Anestesiólogo.....	81
Circulante de Anestesiología:.....	87
Circulante de Cirugía.....	94
2.4.7 Carga Física Final.....	98
2.4.7. Riesgos.....	100
Riesgos de accidentes:.....	100
Riesgos físicos:.....	101
Riesgos biológicos:.....	101
<b>CAPÍTULO 3. NORMAS.....</b>	<b>103</b>
<b>3.1. Disposiciones Generales.....</b>	<b>103</b>
<b>3.2. Iluminación.....</b>	<b>112</b>

<b>3.3. Sistemas Eléctricos. ....</b>	<b>118</b>
<b>CAPITULO 4. PROPUESTAS de DISEÑO .....</b>	<b>122</b>
<b>4.0. Introducción.....</b>	<b>122</b>
<b>4.1. Requerimientos de Diseño .....</b>	<b>122</b>
<b>4.2. Generación de Soluciones .....</b>	<b>125</b>
<i>4.2.1. Conexiones eléctricas.....</i>	<i>129</i>
<i>Conexiones maquina de anestesia- paciente.....</i>	<i>133</i>
<i>4.2.3. Succión .....</i>	<i>138</i>
<i>4.2.4. Posturas. ....</i>	<i>141</i>
<i>4.2.5. Iluminación. ....</i>	<i>147</i>
<b>4.3. Especificación del Diseño.....</b>	<b>150</b>
<b>4.4 Evaluación de Costos.....</b>	<b>168</b>
<b>CAPITULO 5. NUEVAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>170</b>
<b>5.1. Iluminación. ....</b>	<b>170</b>
<b>5.2. Telemetría.....</b>	<b>172</b>
<b>5.3. Avances Ergonómicos.....</b>	<b>173</b>
<b>CAPITULO 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>177</b>
<b>CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>180</b>
<b>7.2. Conclusiones.....</b>	<b>180</b>
<b>7.1. Recomendaciones.....</b>	<b>181</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>186</b>
<b>.....</b>	<b>254</b>

# LISTAS

**LISTA DE ANEXOS.**

N ° de Anexos

- Anexo n° 1. Datos técnicos de los equipos.
- Anexo n° 2. Ubicación ,circulación y acceso fácil de los miembro del equipo médico
- Anexo n° 3. Formato del cuestionario del análisis de los puestos de trabajo.
- Anexo n° 4. Formato de la entrevista realizada al equipo médico.
- Anexo n° 5. Consumo de calorías según la carga desplazada.
- Anexo n° 6. Luxómetro.
- Anexo n° 7 Niveles de iluminación y cálculos.
- Anexo n° 8. Lámpara cialítica de optimo funcionamiento.
- Anexo n° 9. Máquina de anestesia. Estaciones de trabajo ergonómicas
- Anexo n° 10. Mesa quirúrgica. Móvil
- Anexo n° 11. Sillas ergonómicas
- Anexo n° 12. Brazos móviles.

**LISTA DE FIGURAS**

N ° de la Figura	Pag.
Figura n° 2.1. Vista general del quirófano.....	29
Figura n° 2.2. Plano de planta del quirófano.....	30
Figura n° 2.3. Estado del piso. ....	31
Figura n° 2.4.Tomas antiexplosivas de 110 v.....	31
Figura n° 2.5.Salida central del aire acondicionado.....	32
Figura n° 2.6. Extracción del aire.....	32
Figura n° 2.7. Distribución de las tomas de corriente.....	33
Figura n° 2.8. Distribución de la iluminación.....	34
Figura n° 2.9. Lámpara cialítica.....	35
Figura n° 2.10. Mesa de operaciones.....	35
Figura n° 2.11. Central de gases.....	35
Figura n° 2.12. Succión.....	36
Figura n° 2.13. Reloj, teléfono e intercomunicador.....	36
Figura n° 2.14. Distribución del equipamiento.....	40
Figura n° 2.15. Distribución del personal medico durante una intervención.....	43
Figura n° 2.16. Puesto de trabajo de pie .....	49
Figura n° 2.17. Comparación de dos puestos de trabajo, altura de los codos.....	50
Figura n° 2.18. Medidas Kroemer.....	51
Figura n° 2.19. Zona de alcance óptima a la altura de una mesa.....	52
Figura n° 3.1. Plano de mediciones del nivel de iluminación general.....	114
Figura n°. 3.2. Plano de ubicación de la enfermera instrumentista en la posición 1.....	116
Figura n° 3.3. Plano de ubicación de la enfermera instrumentista en la posición 2 .....	117
Figura n° 4.1. Mapa Mental.....	128
Figura n° 4.2.Conexiones eléctricas. Diseño C.1 .....	130

Figura n° 4.3. Conexiones eléctricas. Diseño C.2 .....	131
Figura n° 4.4. Conexiones eléctricas. Diseño C.3 .....	132
Figura n° 4.5. Conexiones Máquina- Paciente. Diseño M.1 .....	134
Figura n° 4.6. Conexiones Máquina- Paciente. Diseño M.2.....	135
Figura n° 4.7. Conexiones Máquina- Paciente. Diseño M.3 .....	137
Figura n° 4.8. Succión. Diseño S.1.....	139
Figura n° 4.9. Succión. Diseño S.2.....	140
Figura n° 4.10. Succión. Diseño S.3.....	141
Figura n° 4.11. Posturas. Diseño A.....	142
Figura n° 4.12. Posturas. Diseño B.....	143
Figura n° 4.13. Posturas. Diseño C.....	144
Figura n° 4.14. Posturas. Diseño D.....	145
Figura n° 4.15. Asientos para puestos de pie-sentado.....	146
Figura n° 4.16. Iluminación. Diseño A.....	148
Figura n° 4.17. Iluminación. Diseño B.....	148
Figura n° 4.18. Iluminación. Diseño C.....	149
Figura n° 4.19. Plano de conexión eléctrica.....	151
Figura n° 4.20. Plano del sistema de succión.....	153
Figura n° 4.21. Plano conexiones maquina-paciente.....	155
Figura n° 4.22. Plano del escabel.....	158
Figura n° 4.23. Plano del accesorio del escabel.....	159
Figura n° 4.24. Plano mesa semicircular.....	160
Figura n° 4.25. Plano de distribución del nuevo proyecto de iluminación.....	166
Figura n° 4.26. Plano de distribución con la aplicación de los nuevos diseños.....	167

**LISTA DE TABLAS**

N ° de Tablas	Pag.
Tabla n° 2.1. Datos Antropométricos según medidas Kroemer .....	52
Tabla n° 2.2. Cursograma analítico del neurocirujano y residente de neurocirugía.....	55
Tabla n° 2.3. Cursograma analítico del anestesiólogo y residente de anestesiología.....	56
Tabla n° 2.4. Cursograma analítico de la enfermera instrumentista.....	57
Tabla n° 2.5. Cursograma analítico de la circulante de anestesiología.....	58
Tabla n° 2.6. cursograma analítico de la circulante de cirugía.....	59
Tabla n° 2.7. Evaluación del puesto de trabajo del neurocirujano.....	64
Tabla n° 2.8. Evaluación del puesto de trabajo del residente de neurocirugía.....	65
Tabla n° 2.9. Evaluación del puesto de trabajo del anestesiólogo.....	67
Tabla n° 2.10 Evaluación del puesto de trabajo del residente de anestesiología.....	68
Tabla n° 2.11. Evaluación del puesto de trabajo de la circulante de anestesiología.....	69
Tabla n° 2.12. Evaluación del puesto de trabajo de la enfermera instrumentista.....	71
Tabla n° 2.13. Evaluación del puesto de trabajo de la circulante de cirugía.....	72
Tabla n° 2.14. Evaluación de la carga estática postural del neurocirujano. ....	75
Tabla n° 2.15. Carga por desplazamiento del neurocirujano.....	76
Tabla n° 2.16. Evaluación de la carga física muscular del neurocirujano.....	77
Tabla n° 2.17. Evaluación de la carga estática postural del residente de neurocirugía. .	78
Tabla n° 2.18. Carga por desplazamiento del residente de neurocirugía.....	79
Tabla n° 2.19. Evaluación de la carga física muscular del residente de neurocirugía.....	80
Tabla n° 2.20. Evaluación de la carga estática postural del anestesiólogo. ....	81
Tabla n° 2.21. Carga por desplazamiento del anestesiólogo.....	82
Tabla n° 2.22. Evaluación de la carga física muscular del anestesiólogo.....	83
Tabla n° 2.23. Evaluación de la carga estática postural del residente de anestesiología. .	84
Tabla n° 2.24. Carga por desplazamiento del residente de anestesiología.....	85
Tabla n° 2.25. Evaluación de la carga física muscular del residente de anestesiología. .	86
Tabla n° 2.26. Evaluación de la carga estática postural de la circulante de anestesiología. ....	87

---

Tabla nº 2.27. Carga por desplazamiento de la circulante de anestesiología.....	88
Tabla nº 2.28. Evaluación de la carga física muscular de la circulante de anestesiología.....	89
Tabla nº 2.29. Evaluación de la carga estática postural de la enfermera instrumentista.	90
Tabla nº 2.30. Carga por desplazamiento de la enfermera instrumentista.....	91
Tabla nº 2.31. Evaluación de la carga física muscular de la enfermera instrumentista..	92
Tabla nº 2.32. Evaluación de la carga estática postural de la circulante de cirugía.....	94
Tabla nº 2.33. Carga por desplazamiento de la circulante de cirugía.....	95
Tabla nº 2.34. Evaluación de la carga física muscular de la circulante de cirugía.....	96
Tabla nº 2.35. Evaluación de la carga física por transporte y manipulación.....	97
Tabla nº 2.36. Cargas físicas final.....	98
Tabla nº 3.1. Niveles de iluminación para actividades en interiores.....	112
Tabla nº 3.2. Niveles de iluminación destinados para interiores destinados a uso comercial e instituciones .....	112
Tabla nº 3.3. Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo del neurocirujano. Lámpara cialítica. ....	115
Tabla nº 3.4. Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentistas. Posición 1, plano de trabajo mesa de mayo.....	116
Tabla nº 3.5. Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 1. plano de trabajo mesa del instrumental.....	116
Tabla nº 3.6. Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentistas. Posición 2, plano de trabajo mesa de mayo.....	117
Tabla nº 3.7. Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 2. plano de trabajo mesa del instrumental.....	117
Tabla nº 4.1 Asiento para puestos sentado-de pie.....	147
Tabla nº 4.2 Factores de reflexión de áreas coloridas.....	164
Tabla nº 4.3 Factores de utilización para luminarias.....	165

## **INTRODUCCIÓN**

Hay que tener en consideración que no todas las actividades para un puesto de trabajo, son iguales ni exigen el mismo grado de distribución espacial, corporal, etc. El estudio de los puestos de trabajo ha evolucionado por medio de la ergonomía.

En el área de la salud pública se ha generado como inquietud, lograr introducir mejoras en el diseño de los lugares de trabajo, del personal que labora dentro de un quirófano, partiendo de esta inquietud surge la necesidad de realizar este trabajo, mediante el cual se podrán establecer condiciones ergonómicas para el personal quirúrgico, generando esto la posibilidad de brindar un mejor entorno de trabajo, de tal manera que puedan ser disminuidas las afecciones sufridas durante su vida profesional y generando así algún tipo de beneficio para el personal clínico y en la sociedad en general.

El desarrollo de este trabajo pretende contribuir con posibles mejoras del ambiente laboral de los profesionales de la salud, mediante la utilización herramientas idóneas para el diseño, la planificación, evaluación y aplicación de sistemas ergonómicos e implementación de nuevas tecnologías que puedan hacer del trabajo en el quirófano una tarea más confortable y segura.

## GLOSARIO

**Algias:** son todas aquellos dolores que pueden presentarse en un individuo y pueden o no, ser de procedencia congénita, existen diferentes agentes que pueden ocasionarlas, ya sea por causas mecánicas (posición en el trabajo), traumáticas (golpes), reumatológicas (osteoporosis, artrosis), sobreesfuerzo, etc.

**Ambiente de trabajo:** es todo el espacio físico que conforma el puesto de trabajo de una persona en particular.

**Antisepsia:** es el conjunto de procedimientos, físicos, mecánicos y mayormente químicos que se emplean para destruir a los gérmenes patógenos; el término antisepsia se puede considerar sinónimo de desinfección.

**Asepsia:** Es la ausencia total de materia séptica, es decir, cualquier elemento o material orgánico, capaz de ocasionar una infección en su entorno si se tiene contacto con él.

**Barreras asépticas:** están conformadas por todos aquellos elementos diseñados para mantener la asepsia, entre ellos se encuentran los campos estériles, guantes, gorros, batas, tapa bocas, etc.

**Biomecánica:** la Biomecánica se encarga de estudiar las relaciones entre el hombre y las condiciones métricas, posicionales y de esfuerzo del puesto de trabajo, para obtener el máximo confort humano y la mínima fatiga.

**Confort:** Aquello que produce bienestar y comodidades.

**Diagrama profesiográfico:** consiste en un diagrama en el cual se representan las actitudes / aptitudes de la persona que ocupa determinado puesto de trabajo.

**Disergomías:** son todos aquellos efectos nocivos que se aprecian en el individuo y que son generados por la disposición de los elementos que conforman un puesto de trabajo exento de características ergonómicas.

**Enfermedades laborales u ocupacionales:** se entiende por enfermedad laboral a todas aquellas dolencias que se producen por el efecto de la jornada

laboral y no se presentan en el individuo de manera congénita.

**Equipamiento:** es el conjunto de equipos que se encuentran dentro del área quirúrgica y son necesarios para la intervención, que puede incluir soportes, mesas de todo tipo, escabeles, taburetes regulables, lámparas portátiles, etc.

**Equipo médico o personal quirúrgico:** es aquel que comprende el personal que labora dentro del quirófano al momento de una intervención.

**Ergonomía:** (Según La asociación Española de Ergonomía AEE): es la ciencia aplicada de carácter multidisciplinario que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios para optimizar su eficacia, seguridad y confort.

**Esfuerzos musculares:** se definen como el incremento de la actividad de los músculos que ejecutan cierto movimiento, se dice que existe un esfuerzo cuando el músculo se obliga a trabajar bajo una tensión mayor a la recomendada

**Hemostasia:** la realización de la hemostasia, la cual consiste en hacer la detención del flujo sanguíneo por medio de medios mecánicos o químicos.

**Lámpara cialítica:** consiste en una lámpara diseñada especialmente para el proceso de cirugía, la cual proporciona mediante luz fría, iluminación local durante la intervención, posee un brazo móvil el cual permite ubicarla en la posición idónea para abarcar el campo de trabajo del cirujano.

**Lesiones músculo–esqueléticas:** son un conjunto de alteraciones que abarcan un amplio abanico de signos y síntomas que pueden afectar distintas partes del cuerpo (manos, muñecas, codos, nuca, espalda) así como distintas estructuras anatómicas (huesos, músculos, tendones, nervios, articulaciones).

**Mesa de mayo:** consiste en una mesa de metal con una base donde es acoplada una bandeja utilizada para colocar el instrumental que será manipulado por la enfermera instrumentista, la misma es de altura regulable, permitiéndole así ser útil en cualquier operación.

**Multitoma:** elemento que posee seis entradas para tomacorrientes, permitiendo conectar varios equipos a la vez.

**Posturas corporales:** se puede definir como la disposición espacial de todos los segmentos que conforman el cuerpo humano.

**Quirófano:** la sala quirúrgica o quirófano es el sitio donde se realizan todas y cada una de las intervenciones de cirugía, estando éstas ubicadas en clínicas o unidades quirúrgicas adecuadas para su funcionamiento.

**Plafond:** techo falso, cielo raso.

**Riesgos laborales:** son todos aquellos elementos que se encuentran dentro del ambiente de trabajo que pueden ocasionar un daño en la salud del individuo.

**Signos vitales:** todas aquellas variables generadas por el paciente y emitidas en forma de señales durante una intervención.

**Trépano de Hudson:** Es un aparato de gran ayuda porque facilita las trepanaciones en el cráneo.

**Trepanador:** Taladro neumático para cortar hueso

**Telemetría:** es el uso de equipos eléctricos o electrónicos para detectar, acumular y procesar datos físicos para transmitirlos a una estación remota.

## **CAPITULO 1. PRINCIPIOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Breve Reseña Histórica del Hospital J. M. de los Ríos.**

En el año 1936, tres visionarios médicos pediatras: Gustavo Machado, Pastor Oropeza y Guillermo Hernández Zozaya, comienzan a laborar en la creación de la especialidad de médicos de niños en el país, de manera paralela a la apertura de un hospital pediátrico. Casi un año después, el 2 de Febrero de 1937, el Hospital Municipal de Niños "Dr. José Manuel de los Ríos" abre sus puertas en su sede de la esquina de Pirineos, edificación que originalmente se iba destinar al funcionamiento de un cuartel militar.

En el año 1958 la lucha de los médicos del Hospital de Niños "J. M. de los Ríos" logra la mudanza del Hospital al edificio que hoy ocupa, que al igual que su primera sede estaba diseñado para el funcionamiento de la Escuela de Enfermería, siendo posteriormente remodelado para albergar tanto a médicos, enfermeras y pacientes, iniciando así la era moderna del Hospital.

Motivado a esta realidad en la que encontramos que la sede del Hospital nunca fue proyectada para tal fin, las instalaciones y ubicación de los quirófanos no cumplen en su mayoría con las normas establecidas para la proyección y construcción de edificios hospitalarios.

### **1.2. Antecedentes.**

El actual puesto de trabajo del personal clínico presenta un conjunto de disergomías de fondo y de forma que se evidencian en:

- La configuración del puesto de trabajo impone movimientos y posturas que producen cargas asimétricas sobre la columna vertebral así como en otras partes del cuerpo, lo cual ocasiona efectos negativos.
- Adoptar la postura de pie durante períodos prolongados, expone a los miembros del equipo médico a problemas circulatorios.

- Todo el personal mantiene la posición bipedesta durante la larga jornada de trabajo, sin posibilidades de cambiar su posición.
- La disposición del instrumental médico así como la utilización de plataformas y escabeles, obliga a la enfermera instrumentista a realizar frecuentes movimientos, imponiéndole esfuerzos músculo-esquelético adicionales.
- La continuidad obligada de las acciones sobre el paciente, en tiempo y espacio, establecen limitaciones en la distribución de los elementos del puesto de trabajo.
- La enfermera instrumentista se ve obligada a realizar constantes movimientos del cuello para evitar el impacto de la cabeza con la lámpara cialítica motivado a la ubicación de la misma y al uso del escabel.

Dentro del campo de la salud pública, la salud de los trabajadores es un área que ha sido poco desarrollada, esto se hace evidente en la falta de políticas explícitas, programas preventivos, curativos y de rehabilitación adecuados. Afortunadamente esta tesis está cambiando rápidamente motivado a que una fuerza laboral saludable es un factor determinante en el desarrollo socioeconómico de los países y factor indispensable en la sustentabilidad de ese desarrollo. (Maritza Tennasse,1995).

A pesar que en América latina no existen evidencias muy claras de la implementación de este nuevo modo de pensar, en otros países se ha logrado elevar la conciencia para integrar lo económico con lo social. Por lo que entes como la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en su comité mixto, expresan su compromiso con el desarrollo de las condiciones de salud de los trabajadores.

### **1.3. Justificación.**

El actual diseño del quirófano, la organización del equipamiento, así como la

disposición del material médico quirúrgico en las mesas esterilizadas, giran en torno al paciente y a las condiciones de asepsia y antisepsia que son necesarias dentro del quirófano, esto puede ocasionar ciertas posturas forzadas durante la labor del personal quirúrgico y la presencia de afecciones del tipo músculo-esqueléticas en el personal clínico, así como otro variado grupo de algias, también relacionadas con los esfuerzos físicos, en condiciones de sobrecarga.

Es posible que errores involuntarios se produzcan durante una intervención cuando el personal quirúrgico trabaja bajo condiciones de esfuerzo, así como también por la ubicación de los dispositivos presentes en los espacios de tránsito, ya que constituyen una compleja red cuyo acceso en momentos de emergencia incrementa el estrés y durante toda la actividad genera condiciones inseguras, lo que obliga a los trabajadores a cuidarse de no tropezar, ni rozar con los mismos, por temor no sólo a caerse, sino también a desconectar al paciente o a los equipos de alguna señal o vía de entrega vital; es probable que dicho problema esté vinculado de alguna manera con la actual estructura del puesto de trabajo del personal quirúrgico.

Este conjunto de eventos preocupa a las personas encargadas de la salud pública, lo que ha llevado a establecer una línea de investigación dirigida hacia la realización de nuevos diseños o rediseños, de los modelos ya existentes del equipamiento y los distintos dispositivos presentes en el quirófano y de su distribución, tal que se pueda contribuir con el bienestar del paciente y del profesional que lo atiende, así como la mayor disponibilidad y durabilidad de los equipos utilizados.

Al introducir mejoras en el diseño de estos ambientes se podrán establecer condiciones ergonómicas para el personal quirúrgico, lo cual generará la posibilidad de brindar un mejor entorno de trabajo.

Con la intervención de la Ingeniería Mecánica, será posible establecer una propuesta que plantee soluciones a esta compleja situación, tomando en cuenta los parámetros de diseño, ergonomía, planificación, e implementación de nuevas tecnologías que hagan del trabajo en el quirófano una tarea más confortable y

segura.

#### **1.4. Planteamiento del Problema.**

La disposición de los diferentes elementos dentro del quirófano, la cantidad de personal presente durante una intervención, el espacio disponible y las conexiones de los equipos, han sido diseñados solo para brindar una atención adecuada al paciente. Lo antes expuesto perjudica al personal clínico, disminuyendo las condiciones ergonómicas. Analizando lo antes expuesto surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Podría ser modificado el diseño del quirófano de tal forma que se cuente con un espacio de libre tránsito más ergonómico, alrededor del área aséptica?
- ¿De que manera podría ser distribuido el equipamiento dentro del quirófano, de forma tal que se puedan obtener condiciones de seguridad y confort, además de cumplir con las especificaciones de cada equipo?
- ¿Cómo se podrá mejorar la distribución de los ductos que extraen o insertan fluidos y señales en el paciente?
- ¿Se podrá modificar, el envío de los signos vitales, introduciendo nuevas tecnologías por medio de otro tipo de señal?

Para lograr responder estas preguntas, se tomarán en cuenta factores como: dimensiones del quirófano, tipo de operación, número de personas bajo condiciones normales y críticas, equipos utilizados, la forma de acceso al paciente, metodología de trabajo en una operación, la biomecánica de los puestos de trabajo, organización, comunicación y los riesgos que corren los usuarios del quirófano. Para tal fin se empleará una metodología adecuada de diseño, que englobe los factores ya mencionados, de forma tal, que se pueda encontrar una solución que beneficie tanto al personal médico como al paciente.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo General***

- Rediseñar un quirófano de neurocirugía aplicando una adecuada metodología de diseño, con la finalidad de obtener mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo del personal clínico.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

- Evaluar la normativa vigente en función de la actual distribución del equipamiento en el quirófano.
- Determinar los factores que intervienen en el trabajo del personal médico.
- Estudiar las condiciones actuales del personal clínico, en cuanto a posturas adoptadas, movimientos y función de cada uno de los miembros del personal médico, que se encuentra en una intervención quirúrgica.
- Estudiar nuevos diseños para la organización de las conexiones del equipamiento, de tal forma que las mismas, puedan ser manejadas como conjuntos, desde puntos claves de control.
- Evaluar los actuales sistemas de transmisión de señales, suministro de energía y manejo de fluidos teniendo en consideración su disponibilidad, confiabilidad y capacidad de respuesta de cada uno de ellos.
- Estudiar la aplicación de nuevas tecnologías, para la sustitución de las actuales formas de transmisión de señales.
- Determinar una nueva distribución de los sistemas de extracción e inserción de fluidos y energía, así como las señales de transmisión de signos vitales, de manera que se generen puestos de trabajo que presenten una estructura ergonómica.
- Determinar la disposición de los equipos y las posturas adecuadas del personal quirúrgico de tal forma que se logren obtener las

siguientes ventajas: amplio rango de movimientos, máxima velocidad y óptimo control de posición, apoyándonos para ello en las normas COVENIN existentes para el diseño de quirófanos.

- Estudiar la factibilidad de aplicación del rediseño del quirófano en cuestión.

#### **1.6. Alcances.**

- Realizar el análisis de usuarios del personal quirúrgico y el paciente.
- Realizar un análisis de tareas y puestos de trabajos.
- Elaborar el flujo-grama general de las actividades realizadas en el quirófano durante una operación.
- Realizar diagramas de recorrido del personal del quirófano.
- Realizar los planos generales y al detalle de la distribución física de los distintos equipos.
- Diseñar una distribución del equipamiento, que permita atenuar riesgos laborales, a los cuales se encuentran sometidos el personal clínico.
- Analizar y proponer la inserción de nuevas tecnologías, que permita un mayor control y mejor transmisión de los signos vitales.
- Evaluación de los movimientos del personal clínico, para determinar si los mismos poseen desplazamientos neutrales que garanticen el confort durante la actividad realizada.
- Realizar un estudio biomecánico para optimizar las relaciones paciente-cirujano-equipamiento.

## **CAPITULO 2. ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL QUIRÓFANO**

### **2.0. Introducción.**

En el desarrollo de este capítulo se estudia el funcionamiento del quirófano, analizando todo lo concerniente a los usuarios y su interacción con el área de trabajo y los equipos instalados en el mismo. Para ello se empleó el método de estudio ergonómico MAPFRE, cursogramas analíticos para estudiar el recorrido del personal en el quirófano y finalmente se evaluaron los riesgos a los cuales está sometido el personal.

### **2.1. Procedimiento para la Recolección de Información.**

Los pasos para recolectar la información fueron los siguientes:

1. Se solicitó autorización a la coordinación de enfermería del área de cirugía para realizar visitas, filmaciones y fotografías del quirófano N ° 7.
2. Se tomaron videos y fotografías de las instalaciones.
3. Se identificaron los equipos.
4. Observación presencial de varias intervenciones, con el fin de identificar las actividades y la metodología de trabajo del equipo médico.
5. Revisión de las normas COVENIN y de los decretos oficiales en los que se estipulan las especificaciones para la zona quirúrgica de hospitales en función de lo observado.
6. Mediciones del área y de los niveles de iluminación, temperatura.
7. Evaluación del ambiente de trabajo y del equipamiento. (Basado en el método MAPFRE).
8. Entrevista al personal del quirófano para evaluar los puestos de trabajo.
9. Solicitud de los planos de planta con el fin de verificar las dimensiones del área, las instalaciones eléctricas y gases medicinales.
10. Observación, estudio y análisis de las posturas adoptadas por el personal del quirófano.
11. Empleo de técnicas creativas para el planteamiento de soluciones.
12. Determinación de criterios de selección.

13. Selección del diseño.

14. Estudio de factibilidad para utilizar nuevas tecnologías.

## 2.2. Descripción del Área laboral.

El quirófano número siete de la zona de cirugía del Hospital de niños “J. M de los Ríos” está localizado en la Avenida Caracas, de la Parroquia San Bernardino del Distrito Capital. Quirófano denominado de cirugía mayor en la figura n° 2.1 se observa una vista general del quirófano y en la figura n° 2.2 se muestra el plano de planta de dicho quirófano.



Figura n° 2.1. Vista general del quirófano

La puerta de entrada y salida al quirófano es del tipo vaivén las paredes del quirófano, están recubiertas con baldosas cuadradas de cerámica de color verde claro. El techo posee un plafond liso sin juntas y con suspensión invisible, las uniones de las paredes con el techo son redondeadas excepto en una de ellas donde se observa la unión en ángulo de noventa grados ya que existe una viga de corona.

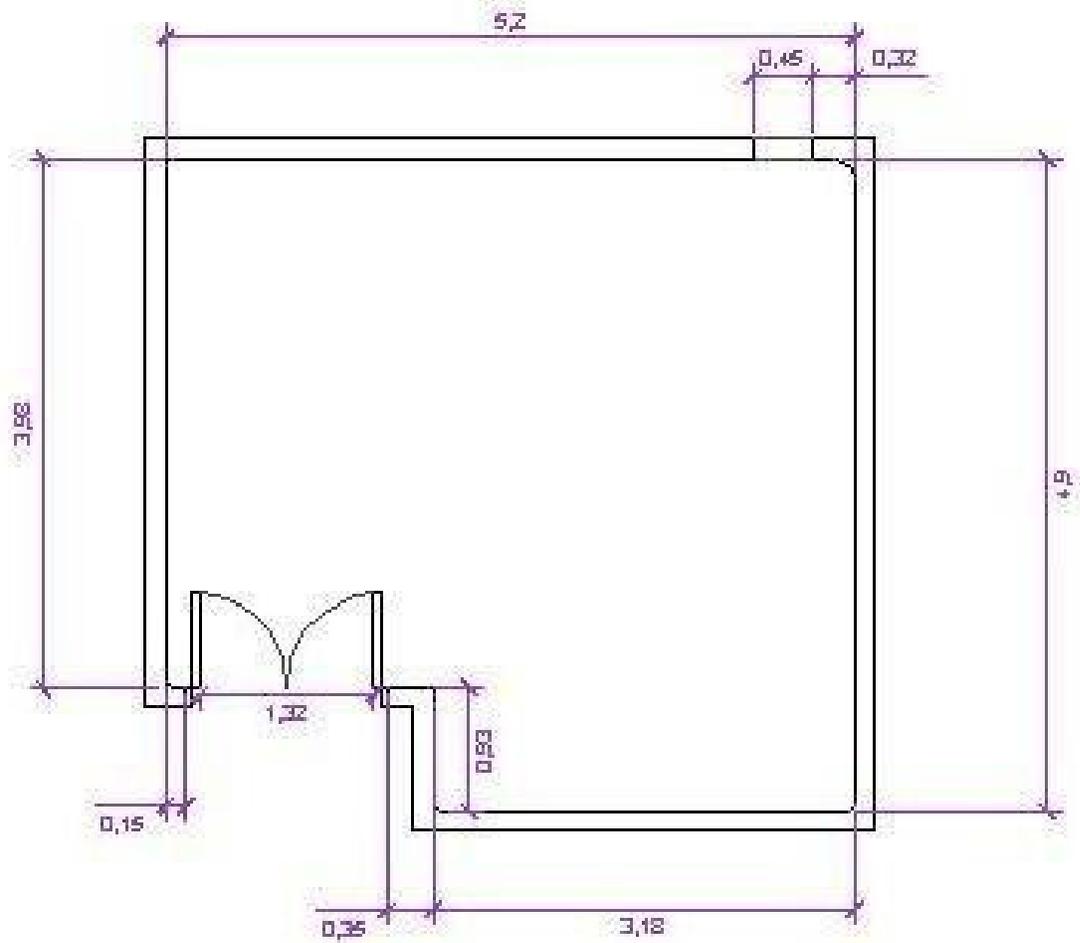


Figura n ° 2.2 Vista de planta quirófano. (Medidas en metros).

El piso se encuentra cubierto por láminas de vinil de color blanco y gris claro las cuales se encuentran en pésimas condiciones, presentando abultamientos, grietas, láminas despegadas e irregularidades en toda la extensión del mismo. (ver figura n ° 2.3)

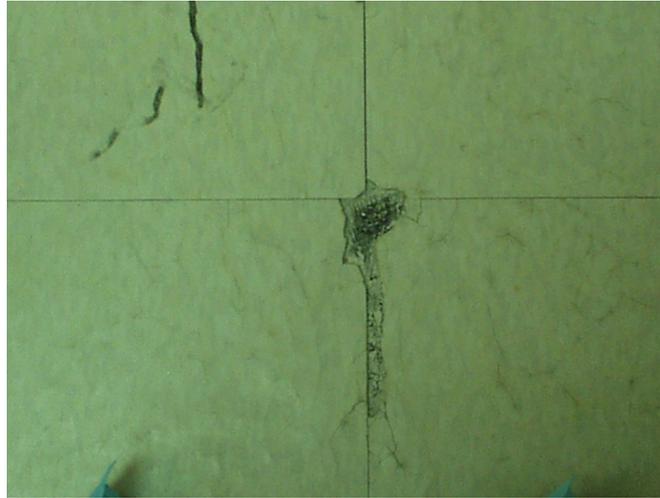


Figura n ° 2.3 Estado del piso

El quirófano presenta varias tomas antiexplosivas, una de 220 V y cuatro de 110 V, ubicadas en distintos puntos del quirófano, dos de ellas se encuentran averiadas, por lo cual fueron instaladas cuatro tomas antiexplosivas de 110 V (ver figura n ° 2.4), estas tomas resultan insuficientes para alimentar todos los equipos necesarios en una intervención, por ello el personal del quirófano se ha visto en la premura de conectar varias extensiones con la finalidad de alimentar los mismos.



Figura 2.4 Tomas antiexplosivas de 110 V

El área está dotada de un sistema de acondicionamiento y extracción de aire, la salida central está en el techo y la de extracción en una de las paredes (ver figura n° 2.5 y figura n° 2.6 respectivamente).



Figura n° 2.5 Salida central del aire acondicionado



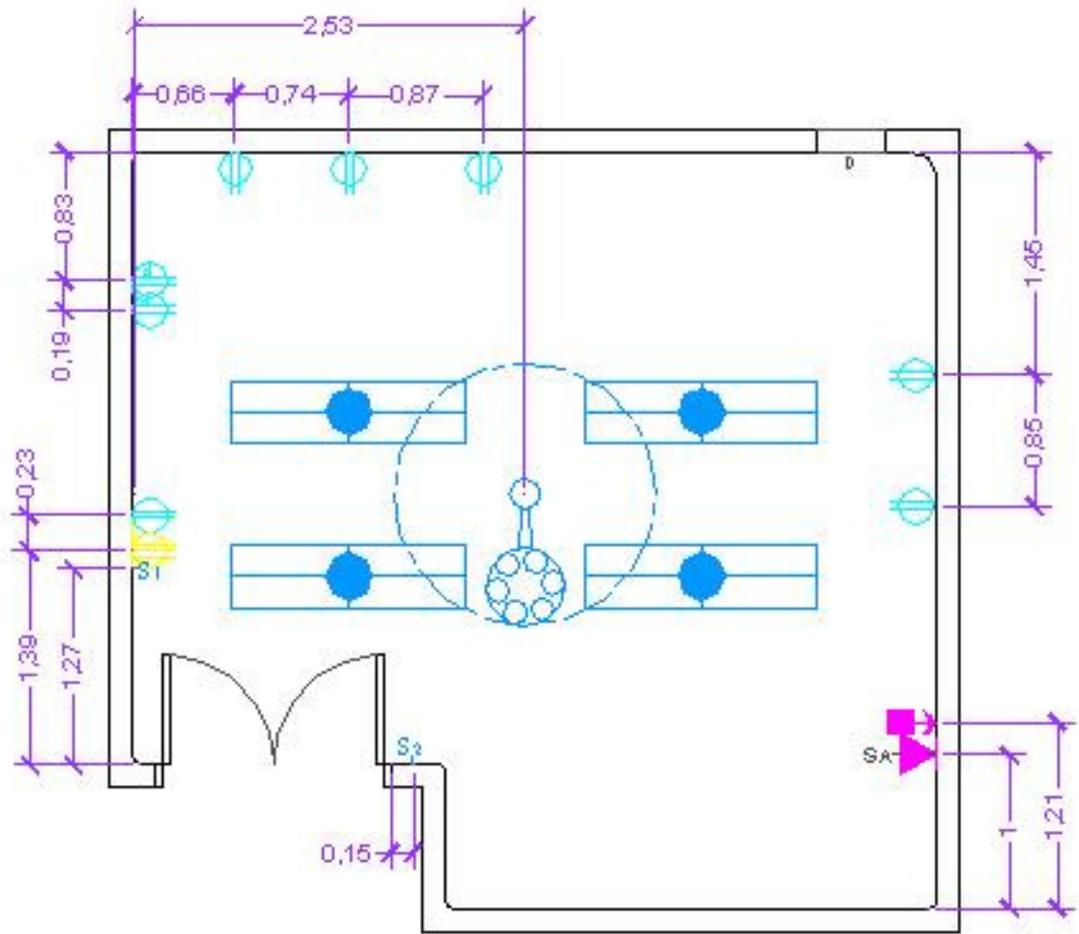
Figura n° 2.6 Extracción del aire.

En la izquierda ventanilla de extracción, parte inferior de una de las paredes, en la derecha ventanilla de extracción parte superior de la pared.

En la figura n° 2.7 se muestra el plano de la distribución de las tomas de corriente y en la figura n° 2.8 se plasmó la distribución de la iluminación

Existe un grupo de equipos primordiales ubicados o acoplados de manera fija dentro del quirófano y forman parte del área laboral, entre ellos tenemos:

- Lámpara cialítica instalada en el centro del techo (ver Figura ° 2.9).



Leyenda

- Conexiones de 110 v
- Conexiones de 220 v
- Luminarias y lámpara cialítica
- Otras conexiones (intercomunicador y telefono)

Figura n° 2.7. Distribución de las tomas de corriente. (Medidas en metros)

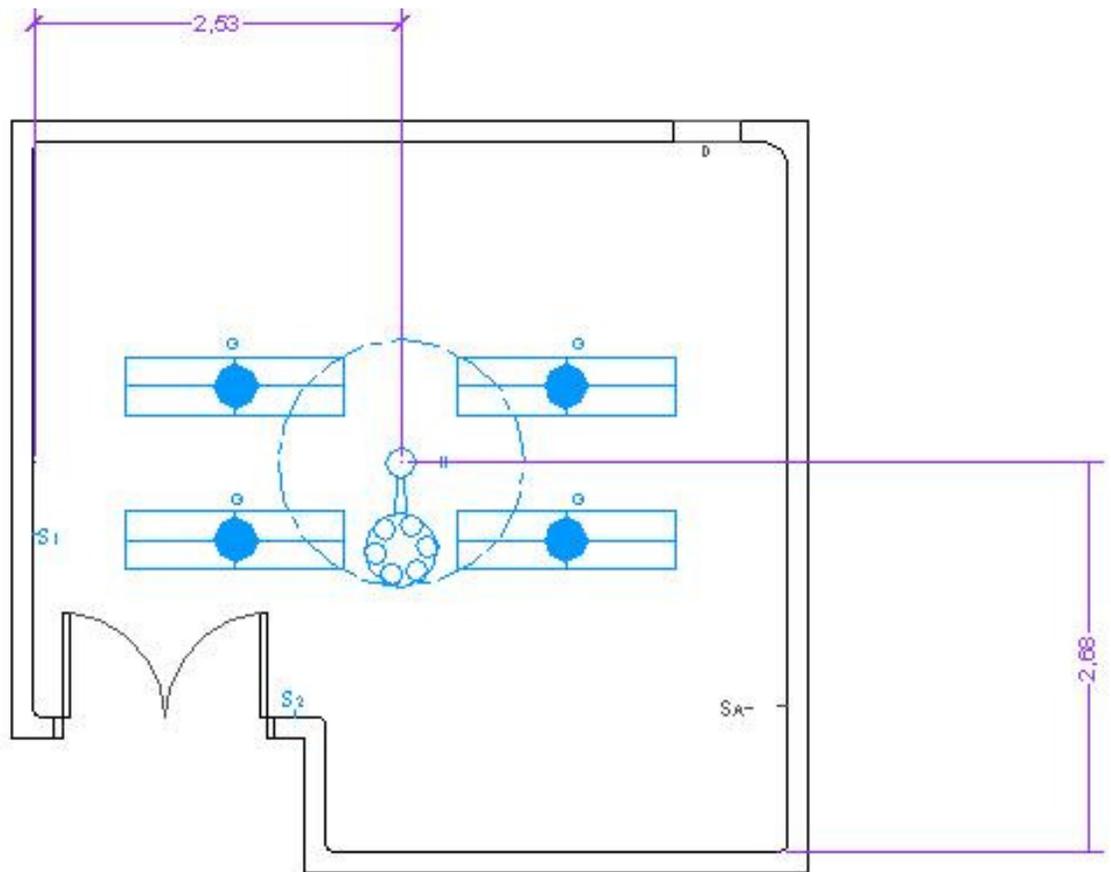


Figura n ° 2.8 Distribución de la iluminación (Medidas en metros)



Figura n ° 2.9 Lámpara cialítica.

- La mesa de operaciones localizada en el área central (ver figura 2.10)



Figura n° 2.10 Mesa de operaciones.

- Una central de distribución de gases ubicada en el techo, la cual presenta: una toma de oxido nitroso, aire medicinal y vacío ( ver figura 2.11)



Figura n ° 2.11 Central de gases.

- El equipo de succión de fluidos corporales está instalado en una de las paredes provisto de un manómetro. ver figura n° 2.12



Figura nº 2.12 Succión.

- Instalados una de las paredes se encuentran, un termómetro, dos relojes, un teléfono y un intercomunicador. (ver figura 2.13).



Figura nº 2.13 Reloj, Teléfono e intercomunicador.

### 2.2.1. Equipos del Quirófano.

El quirófano en estudio está dotado del siguiente equipamiento:

1. Lámpara cialítica.
2. Mesa quirúrgica.
3. Máquina de anestesia con sus dosificadores de gases.
4. Unidad de Calentamiento Quirúrgico.
5. Electrocoagulador.
6. Monitor para el control de los signos vitales del paciente.
7. Equipo de succión.
8. Estantes para medicamentos.
9. Mesa para el instrumental.
10. Mesa de mayo.
11. Escabeles.
12. Balde rodante.
13. Porta bolsa metálica.
14. Silla para el anesthesiólogo.

\* En el anexo nº 1 se incluyen las fichas tecnológicas y las fotografías de cada uno de los equipos.

Descripción del Equipamiento:

**La lámpara cialítica** (Castle Sybron Corporation Daystar): proporciona mediante luz fría, iluminación local durante la intervención, posee un brazo móvil el cual permite ubicarla en la posición idónea para abarcar el campo de trabajo del cirujano.

**La mesa quirúrgica:** es hidráulica, presenta múltiples funciones integradas que permiten su aplicación en cirugías generales y muchos procedimientos quirúrgicos especializados, posee las funciones de ajuste básicas para la posición del paciente, permite regular la altura y posición dentro de la sala.

**Máquina de anestesia** (Ohmeda Excel 210): es de flujo continuo ideal para cirugías mayores, permite suministrar los gases necesarios para sedar al paciente, así como extraer los gases expirados por el mismo y controlar los niveles

de anestésicos.

**Terapia de calentamiento quirúrgico:** (Bair Hugger): esta conformada por la unidad de calentamiento de fluidos y sangre, la cual se encarga de mantener los niveles de temperatura estables y la unidad de calentamiento quirúrgico dotado de un colchón inflable el cual trabaja con inyección de aire forzado caliente, con la finalidad de reducir la pérdida de calor, logrando en conjunto evitar la hipotermia del paciente.

**Electrocoagulador:** (Valleylab Force 2): Permite hacer la incisión requerida para la operación y contribuye con la coagulación de la sangre mientras se realiza la intervención. Está diseñado para procedimientos de cirugía media y mayor, además de proveer las ventajas de la cirugía de mínima invasión.

**Monitor para el control de los signos vitales** (Datex–Ohmeda Cardiocap/5): registra el ritmo cardíaco, la respiración, la presión arterial, parámetros hemodinámicos, frecuencia de pulso, temperatura corporal, presión de vena central, electrocardiograma, oximetría de pulso.

**Equipo de Succión:** el modelo presente es tipo fijo, constituido por un acoplamiento de motor eléctrico y bomba aspirante, situado en el sótano de la institución, por medio de tubos metálicos embutidos en la pared que al unirse con otros de goma, producen la succión. Siendo recogido el producto en un envase de vidrio adecuado para tal fin.

**Estantes para medicamentos:** en este tipo de mobiliario se guardan las cajas con jeringas y agujas esterilizadas, los materiales de sutura, algunos equipos de urgencias, los medicamentos debidamente clasificados que son necesarios durante la intervención y todos aquellos que puedan necesitarse en el caso que surja alguna complicación durante la ejecución de la misma.

**Mesa para el instrumental:** posee dos tramos. El tramo superior es utilizado para colocar todo el instrumental quirúrgico, el inferior para colocar material que deja de estar esterilizado, la misma está provista de ruedas.

**Mesa de mayo:** el instrumental quirúrgico es colocado sobre una bandeja que a su vez descansa sobre la mesa, la misma brinda la facilidad de ajustar su

altura permitiéndole así ser útil en cualquier operación.

**Escabeles:** son utilizados para elevar la altura de cualquiera de los miembros del personal médico, existen en el quirófano escabeles de un paso y de dos pasos poseen tope antiresbalante, estructura tubular, con tacones de plástico y bisel de aluminio, existen otros hechos de chapas de acero de manufactura nacional artesanal por parte de un taller contratado por el Hospital.

**Baldes rodantes:** se utilizan para depositar las compresas, gasas y algodones a desechar.

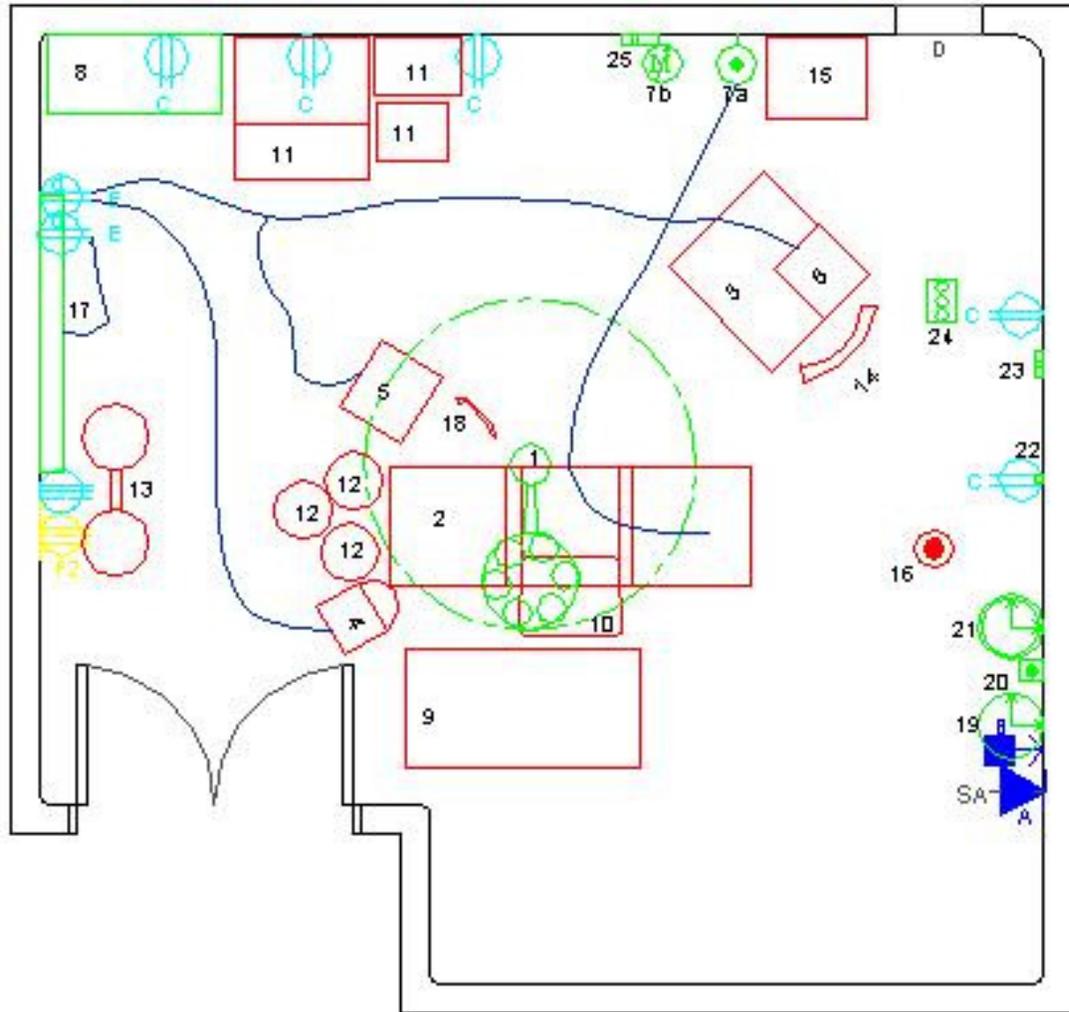
**Porta bolsa metálico:** consiste en una estructura de metal muy sencilla, diseñada para colocar bolsas plásticas alrededor de un aro metálico soportado por una base con ruedas, el mismo es utilizado para colocar desechos generados durante la intervención.

**Silla para el anesthesiólogo:** es una silla común de vinil, de altura graduable con un aro para posar los pies unido a una base de cuatro patas con ruedas.

En la figura n° 2.14 se muestra la distribución del equipamiento.

Todo el equipamiento mencionado anteriormente, es el que comúnmente se encuentra dentro del quirófano, sin embargo, dependiendo del tipo de intervención se utilizan otros equipos complementarios como por ejemplo:

- El microscopio.
- La máquina de rayos X .
- El frontolux (un sistema iluminador utilizado por los cirujanos, a la manera de los obreros de las minas, para enfocar mejor las heridas).
- Trepanador.
- otros.



Leyenda

- |                              |                               |   |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. Lámpara cialítica.        | 10. Mesa de mayo.             | 19. Intercomunicador.                     |
| 2. Mesa quirúrgica.          | 11. Escabeles.                | 20. Reloj principal                       |
| 3. Máquina de anestesia.     | 12. Baldes rodantes.          | 21. Reloj secundario.                     |
| 4. Unidad de calentamiento.  | 13. Porta bolsa (porta faena) | 22. Termómetro.                           |
| 5. Electrocoagulador         | 14. Silla para anestesiólogo  | 23. central de oxigeno (pared)            |
| 6. Monitor de signos vitales | 15. Mesa para medicamentos.   | 24. Central de gases anestésicos (techo). |
| 7. Sistema de succión        | 16. Trepanador.               |   |
| 8. Estante para medicamentos | 17. Megatocópio               |   |

Figura n ° 2.14 Distribución del equipamiento.

La disponibilidad, confiabilidad y capacidad de respuesta de los equipos esta garantizada por el fabricante ya que su producto debe cumplir los estándares nacionales de manufactura, según el país donde se lleve a cabo y la norma internacional **ISO9002** la cual permite implementar un *Sistema de Calidad y de Buenas Prácticas de Fabricación*, donde ISO (International Standardization for Organization) es un organismo con presencia en más de 80 países del mundo. **ISO9001** es una norma que permite implementar un *Sistema de Calidad y de Buenas Prácticas de Diseño y Fabricación*. **ISO13485** Es la norma particular de la ISO9001 aplicada a equipos médicos. 510K Es un certificado que libera a los productos para su comercialización en todo el mundo. El organismo que lo emite es la **Food and Drug Administration (FDA, USA)**, que depende del área de salud del gobierno. Ya que los equipos médicos deben pasar por estrictos controles de fabricación estimar su nivel de confiabilidad y disponibilidad así como fallas posibles que podría presentar requiere de un estudio más profundo que no será contemplado en este trabajo, además los equipos en la práctica presentan un alto nivel de respuesta ya que de ellos dependen vidas humanas y la calidad de los mismos está garantizada por los reglamentos y normas internacionales que debe cumplir el fabricante.

(ver <http://www.medix.com.ar/mercadonacional/normas/normas.html>)

### **2.3. Investigación de Usuarios.**

Para evaluar el funcionamiento del quirófano es necesario identificar a los usuarios del mismo y estudiar las funciones que ellos realizan.

#### **2.3.1. Identificación de Usuarios.**

Los usuarios de una sala quirúrgica están compuestos por el paciente y el equipo médico el cual está conformado de la siguiente manera:

- El cirujano, asistido por uno o dos cirujanos ayudantes, según las preferencias del mismo.
- El médico anesthesiólogo.
- Enfermera instrumentista.
- Enfermera circulante de cirugía.

- Enfermera circulante de Anestesiología.
- El personal de mantenimiento

Descripción de Usuarios:

**El paciente:** es el motivo por el cual el equipo médico se reúne en la sala de cirugía y será el punto de atención así como el receptor de varias de las conexiones que parten de los equipos existentes dentro del quirófano.

**El cirujano:** es el médico especialista en la práctica de la cirugía. Es la máxima autoridad dentro del quirófano y como tal es el responsable del orden dentro del mismo; controla y dirige las distintas tareas preliminares, así como también realiza todas las maniobras instrumentales que conforman el acto de la intervención.

**Los ayudantes:** realizan el proceso de desinfección de la zona a ser operada e intervienen en las fases que sean necesarias de la operación, según lo indique el cirujano, generalmente son médicos residentes.

**La enfermera instrumentista:** organiza las mesas, tanto la de instrumental quirúrgico como la de mayo, antes y después de la intervención. Suministra y coloca las barreras asépticas al cirujano y los asistentes, facilita los campos estériles que son colocados al paciente, maneja el instrumental quirúrgico según los requerimientos así como también es responsable de contar las compresas y algodones antes del cierre de la incisión.

**Enfermera circulante de cirugía:** es una auxiliar de la enfermera instrumentista, se encarga de atender las peticiones de la misma y del cirujano, se desplaza dentro de la sala con suma precaución para evitar contaminar las zonas estériles, moviliza los equipos que le sean indicados y proporciona los insumos necesarios.

**El anesthesiólogo:** es un médico especializado en la administración de anestésicos, elige el tipo de anestesia y coloca las vías necesarias, realiza las conexiones del paciente a los equipos que lo mantendrán monitoreado, lleva el registro de los signos vitales y en los casos donde se necesite de transfusión de sangre se encargará de administrarla.



### **2.3.2. Descripción del Proceso.**

Existen dos etapas que se realizan en paralelo para iniciar una intervención quirúrgica, la primera de ellas es ejecutada por la enfermera instrumentista y la circulante, la segunda etapa por el personal de anestesiología y los cirujanos. A continuación se describen las actividades que comprenden cada una de ellas.

#### Primera etapa

- Actividad 1: consiste en la limpieza minuciosa de manos de ambas enfermeras, vestir a la instrumentista con las batas de material estéril y disponer el material e instrumental quirúrgico en la mesa de mayo, así como en la mesa para el instrumental, todo realizado bajo estrictas normas y procedimientos quirúrgicos ya conocidos por el personal.
- Actividad 2: se realiza en conjunto con la anterior, consiste en organizar la distribución de los equipos dentro del quirófano, la misma es indicada por el cirujano principal, basándose para ello en el tipo de intervención, participan en esta etapa el anestesiólogo, la enfermera de anestesiología y los residentes que prestaran su apoyo durante la intervención.
- Actividad 3: consiste en preparar al paciente, anestesiarlo, colocar todos los elementos para monitorear sus signos vitales, así como encender y traer todos los equipos, activar la succión y colocar el envase receptor de fluidos, solicitar todos los medicamentos y cubrir al paciente con los campos estériles, dejando sólo a la vista el área sobre la cual se realizará la incisión, la misma será desinfectada por el ayudante de cirugía en el momento preciso.
- Actividad 4: luego de realizar la limpieza minuciosa de manos, el cirujano y sus ayudantes se presentan en quirófano con mono quirúrgico, tapabocas, gorro y protectores de zapatos, la enfermera instrumentista se encarga de colocarles batas estériles y guantes.

En esta etapa se puede observar que la sonda flexible que conduce los

fluidos hasta el envase receptor y los cables que forman parte de las conexiones paciente-equipamiento, generan un entramado que ocupa un espacio considerable, produciendo barreras para la circulación del equipo médico.

Con el objeto de alimentar los equipos, han sido colocadas extensiones ya que los puntos de corriente cercanos a los mismos se encuentran fuera de servicio y no son compatibles con el tipo de conexión que presentan dichos equipos.

#### Segunda etapa

En la segunda etapa se procederá a ejecutar el procedimiento quirúrgico que requiera el paciente, el proceso mediante el cual se lleva a cabo la operación se divide en las siguientes actividades:

- Actividad 1. *Diéresis*: es el conjunto de maniobras que realiza el cirujano y sus ayudantes para seccionar los distintos planos hasta llegar al sitio de la intervención propiamente dicha. Durante la misma se realiza:
  - Incisión de la piel y del tejido celular cutáneo.
  - Exploración previa del campo.
  - Realización de la hemostasia, la cual consiste en hacer la detención del flujo sanguíneo a través de medios mecánicos o químicos.
- Actividad 2. *Exéresis*: esta etapa consiste en reparar, extirpar, comunicar órganos con el exterior, etc. Durante la misma se ejecuta lo siguiente:
  - Disección quirúrgica de los tejidos adyacentes al lugar donde se realiza la intervención, según sea la anatomía local o circundante por división o por corte.
  - Extirpación o reconstrucción.
- Actividad 3. *Síntesis*: se entiende como el conjunto de maniobras que debe realizar el cirujano para reconstruir los diferentes planos anatómicos aproximándolos cuidadosamente mediante suturas para que de forma rápida y perfecta se produzca la cicatrización de los

tejidos.

- Actividad 4: una vez completadas las fases de la intervención el cirujano se retira y deja al paciente bajo la observación del anesthesiólogo, el cual comienza a disminuir los niveles de anestesia al paciente.
- Actividad 5: después que al paciente se le ha dejado de suministrar la anestesia y el anesthesiólogo esta seguro que todos sus niveles corporales se encuentran estables se procede a trasladar al paciente a la zona de recuperación, en ese momento se da por concluido todo lo que corresponde al proceso de la operación.

Durante las actividades antes descritas, el desarrollo de la intervención requiere de constantes desplazamientos de las enfermeras circulantes de cirugía y anestesiología dentro y fuera del recinto quirúrgico, los cuales se ven obstaculizados por la distribución del sistema de monitoreo del paciente y por todas las conexiones que ya hemos nombrado anteriormente, las cuales permanecen de forma aleatoria en el recinto.

En esta etapa la enfermera instrumentista así como el cirujano y sus ayudantes permanecen de pie durante todo el proceso en un espacio reducido, sin embargo el anesthesiólogo podrá alternar entre sentado y de pie.

#### Tercera Etapa

Esta es la etapa final de todo el proceso, el personal de enfermería tanto la instrumentista como la circulante, permanecen en el quirófano para realizar las siguientes actividades:

- Actividad 1. Organización del material quirúrgico y elementos a desechar.
- Actividad 2. Desconexión de todos los equipos.
- Actividad 3. Traslado del instrumental para su esterilización.
- Actividad 4. Cambio del envase colector de secreciones y reubicación de todos los equipos.

El quirófano queda a la orden del personal de mantenimiento quien realiza

una limpieza rápida y organiza de nuevo los equipos, las limpiezas a fondo son realizadas los días sábado ya que en este día no se realizan intervenciones programadas.

## **2.4. Investigación Ergonómica.**

### **2.4.1. Ergonomía.**

La ergonomía considera de forma global aspectos que de una manera u otra afectan al trabajador, desde el punto de vista físico, mental, o social, de manera tal que se pueda abordar desde un planteamiento sistemático, el cual se enfoca hacia los binomios hombre-espacio y hombre-gravedad. (Ferrer et al,1995).

Para diseñar un buen puesto de trabajo habrá que considerar los aspectos biomecánicos del cuerpo humano, teniendo en cuenta que el hombre es considerado un sistema complejo regido por el sistema nervioso central el cual actúa directamente o apoyado por una bioquímica compleja, sobre otros sistemas, entre ellos el sistema músculo-esquelético.

Desde el punto de vista del sistema músculo-esquelético el diseño de los puestos de trabajo deben seguir los principios establecidos por la biomecánica ocupacional, en la que se estudia al hombre desde el punto de vista de una tarea que debe diseñarse para el 90% de las personas, sin sobrepasar valores que pudieran originar daños, o producir:

- Inconfort.
- Dolor.
- Lesión.

En el diseño de un puesto de trabajo en específico hay que garantizar la asignación correcta del espacio y la disposición armónica de los medios de trabajo, de manera que las personas no tengan que esforzarse con movimientos inútiles o desproporcionados. De tal manera que habrá que considerar los siguientes aspectos (Ferrer et al,1995):

- **Posturas.** Esta es la disposición espacial que los segmentos corporales ocupan generando un esfuerzo, cada vez más grande en la medida en que el cuerpo se aleje de una situación de equilibrio

estable. El tipo de tarea que se realice en determinado puesto de trabajo determinará el tiempo durante el cual se mantenga dicha postura.

- **Movimientos.** Este punto depende de la adecuada geometría y disposición de los elementos a utilizar y mediante los cuales se pueden producir angulaciones articulares por encima de los límites de confortabilidad.
- **Visibilidad.** Se toma en cuenta el conjunto de objetos que debe o puede observar un trabajador desde su puesto de trabajo, los cuales deben disponerse de tal forma que la postura que adopte la cabeza durante la mayor parte del tiempo no sea nociva.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda algunos principios básicos de ergonomía para el diseño de los puestos de trabajo, estableciendo que lo más importante al diseñar un puesto de trabajo es, que los mismos deben ajustarse para que el trabajador esté cómodo.

A su vez establecen que una norma general al escoger y ajustar los lugares de trabajo es considerar la información que se tenga acerca del cuerpo del trabajador, por ejemplo, su altura.

En el esquema siguiente ilustra las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo de pie el cual se aplica al caso de la enfermera instrumentista y cirujanos.

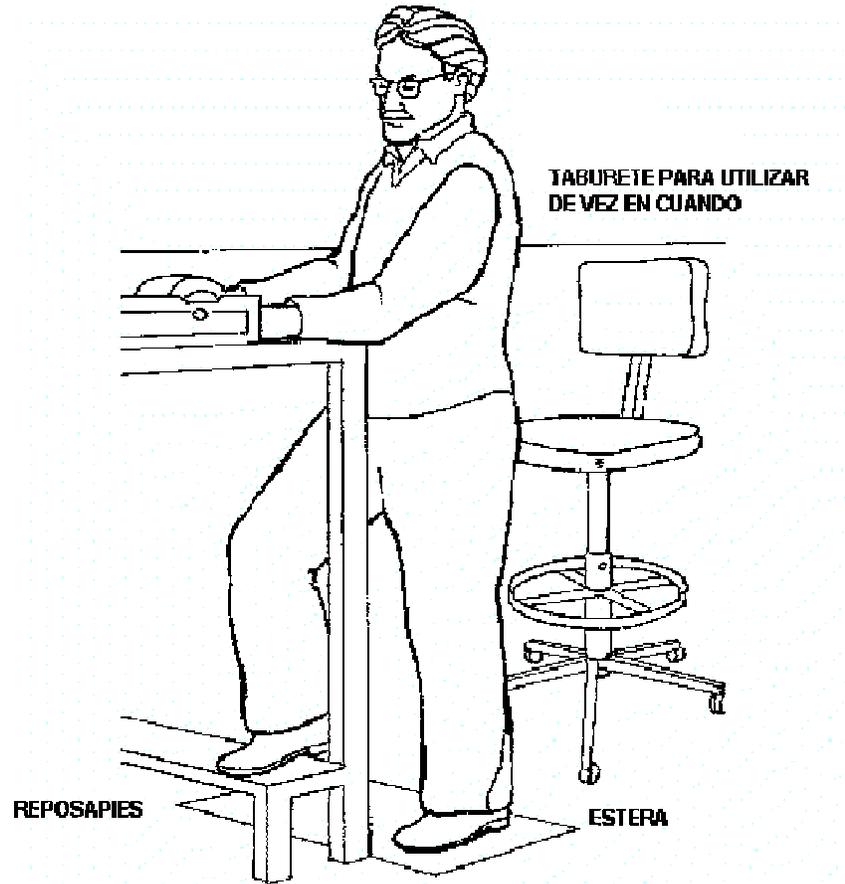


Figura n ° 2.16. Puesto de trabajo de pie

(ver [http://training.itcilo.it/actrav\\_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm#A](http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm#A). El puesto de trabajo)

**Altura de la Cabeza:** Debe haber espacio suficiente para que quepan los trabajadores más altos. Los objetos que haya que contemplar deben estar a la altura de los ojos o un poco más abajo porque la gente tiende a mirar algo hacia abajo.

**Altura de los Hombros:** Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura. Hay que evitar colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

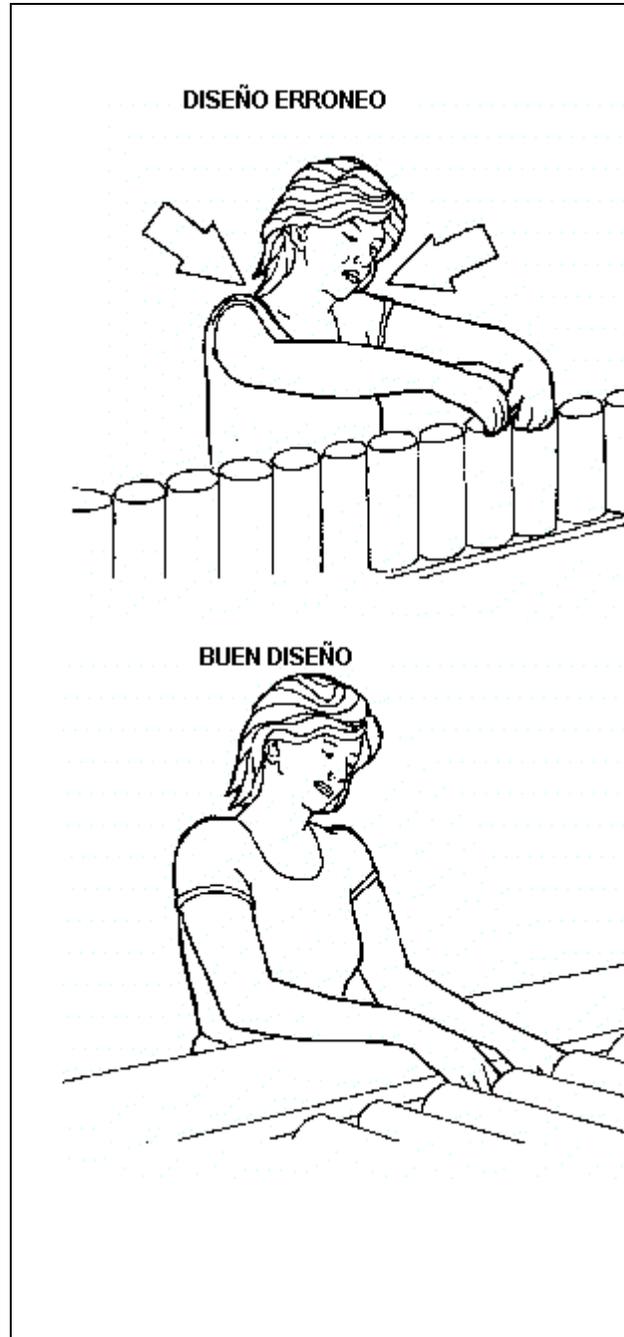


Figura n ° 2.17 Comparación de dos puestos de trabajo, altura de los codos.

**Alcance de los Brazos:** Los objetos deben estar situados lo más cerca posible al alcance del brazo para evitar tener que extender demasiado los brazos para alcanzarlos o sacarlos. Hay que colocar los objetos necesarios para trabajar de manera que el trabajador más alto no tenga que encorvarse para alcanzarlos. Hay que mantener los materiales y herramientas de uso frecuente cerca del cuerpo y

frente a él.

**Altura del Codo:** Hay que ajustar la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

**Altura de la Mano:** Hay que cuidar de que los objetos que haya que levantar estén a una altura situada entre la mano y los hombros.

El puesto de trabajo debe ser diseñado de manera tal que el trabajador no tenga que levantar los brazos y pueda mantener los codos próximos al cuerpo.

**Longitud de las Piernas:** Hay que ajustar la altura del asiento a la longitud de las piernas y a la altura de la superficie de trabajo. Hay que dejar espacio para poder estirar las piernas, con sitio suficiente para unas piernas largas. Hay que facilitar un escabel ajustable para los pies, para que las piernas no cuelguen y el trabajador pueda cambiar de posición el cuerpo.

**Tamaño de las Manos:** Las asas, las agarraderas y los mangos deben ajustarse a las manos. Hacen falta asas pequeñas para manos pequeñas y mayores para manos mayores. Hay que dejar espacio de trabajo bastante para las manos más grandes.

**Tamaño del Cuerpo:** Hay que dejar espacio suficiente en el puesto de trabajo para los trabajadores de mayor tamaño. Datos antropométricos establecidos según las medidas Kroemer se presentan en la tabla nº 2.1 y las figuras nº 2.18, figura nº2.19 zona de alcance óptimo (Ferrer et al 1995).

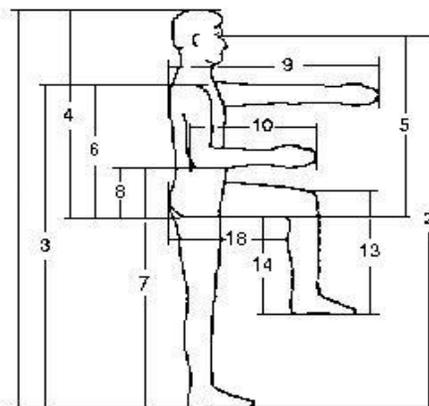


Figura nº 2.18. Medidas de Kroemer.

Medidas		Hombre	Mujeres
N°		x	i 90
		%	%
1	Altura	172	160-184
2	Altura a nivel de los ojos	161	150-172
3	Altura a nivel de los hombros	142	131-153
4	Altura de la cabeza al asiento	90	84-96
5	Altura de los ojos respecto al asiento	79	73-85
6	Altura de los hombros respecto al asiento	59	54-64
7	Altura a nivel de los codos	106	98-114
8	Altura de los codos con respecto al asiento	24	20-28
9	Alcance de la mano hacia delante (dedos en posición de aprehender)	82	75-87
10	Longitud del antebrazo (desde el codo a la punta de los dedos)	47	43-51
11	Envergadura de los brazos	175	159-191
12	Distancia nalgas – rodillas	59	54-64
13	Distancia planta del pie - rodilla	55	51-59
14	Distancia planta del pie - pliegue de la rodilla	45	42-48
15	Ancho de la espalda	45	41-49
16	Ancho de las caderas	35	31-39
17	Grosor de los muslos	14	12-17
18	Distancia espalda – pliegue de las rodillas	50	46- 54

Tabla n° 2.1 Datos antropométricos según las medidas Kroemer.

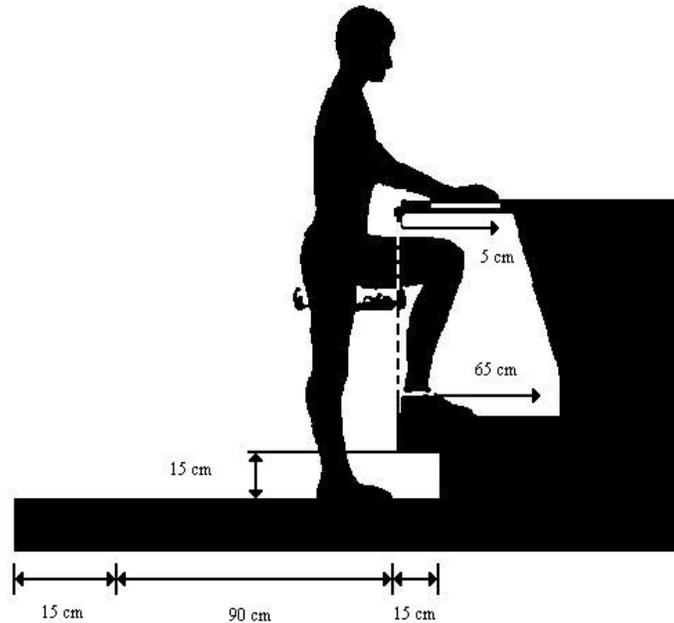


Figura n° 2.19. Zona de alcance óptima a la altura de una mesa

Para la concepción de los sistemas de los puestos de trabajo en Venezuela se deben seguir las indicaciones de la norma COVENIN 2273-85 Principios Ergonómicos de La Concepción de Los Sistemas de Trabajo, de dicha norma, se han tomado en cuenta los aspectos que se ajustan al tipo de trabajo que realiza el equipo médico.

#### **2.4.2. Análisis de los Puestos de Trabajo.**

El puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo.

La mejor forma de conseguir un alto nivel de producción en cualquier actividad laboral es contar con trabajadores preparados así como con el equipo adecuado para realizar cada actividad, sin embargo todo esto no es suficiente, hay que contar también con puestos de trabajos bien diseñados según el tipo de actividad que se ha de realizar, de tal manera que se brinde al trabajador las condiciones de confort y seguridad que necesite para que cumpla con su trabajo de la forma mas eficiente posible.

El trabajo deberá prestarse en condiciones que (Ley orgánica del trabajo artículo 185, 1997):

- Permitan a los trabajadores su desarrollo físico y psíquico normal.
- Les deje tiempo libre suficiente para el descanso y cultivo intelectual y para la recreación y la expansión lícita.
- Presten suficiente protección a la salud y la vida contra enfermedades y accidentes.
- Mantengan el ambiente en condiciones satisfactorias.

La mejor forma de concebir espacios laborales confortables y seguros que no perjudiquen al trabajador, es diseñar mediante principios ergonómicos. De tal manera distintas organizaciones han establecidos diversas normativas para la conformación de espacios laborales. De esta forma se tiene que la International Organization Standardization (ISO) publicó la referencia número 6385-1981 que en su apartado N ° 4, establece una lista general de los Principios Ergonómicos

para el diseño de los Sistemas de Trabajo. De igual forma, en la norma COVENIN 2273-91, se establece que para el diseño de puestos laborales debe tomarse en cuenta las posturas del cuerpo, la fuerza muscular, los movimientos corporales, las señales y los controles de los equipos, de manera tal que el trabajador no se vea expuesto a condiciones poco seguras y que además no posean influencias nocivas en el hombre, sino muy por el contrario que ayuden a preservar su salud y su capacidad de trabajo.

Ningún trabajador podrá ser expuesto a la acción de agentes físicos, condiciones no ergonómicas, riesgos sicosociales, agentes químicos, biológicos o de cualquier otra índole, sin ser advertido acerca de la naturaleza de los mismos, de los daños que pudieran causar a la salud, y aleccionado en los principios de su prevención (Ley orgánica del trabajo artículo 237, 1997).

#### **2.4.3. *Cursogramas Analíticos.***

Son diagramas utilizados para consignar la sucesión de los hechos y acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala de tiempo. En estos diagramas se muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Poseen tres bases posibles:

- El operario. Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.
- El material. Diagrama de lo que ocurre al material.
- El equipo o maquinaria. Diagrama de cómo se emplean.

Para representar en los cursogramas todo lo referente a un trabajo u operación se utilizan cinco símbolos para representar todos los tipos de actividades que puedan ocurrir durante cualquier labor. Los símbolos utilizados para tal fin son los siguientes:

- Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
- Inspección: Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.
- Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

- Depósito provisional o espera: Indica algún tipo de demora en el desarrollo de los hechos.
- Almacenamiento Permanente: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.

Para complementar la información obtenida de los diversos cursogramas se emplearán los *Diagrama de Recorrido* con el fin conocer la trayectoria que siguen los miembros del personal médico.

En el anexo nº 2 se muestran los planos con la ubicación, circulación y acceso fácil de cada uno de los miembros del personal que labora dentro del quirófano. Los cursogramas se muestran en las tablas nº 2.2 a la nº 2.6.

Tabla nº 2.2. Cursograma de las actividades del Neurocirujano y el Residente de Neurocirugía

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO												
DIAGRAMA N° : 1 y 2		HOJA N°: 1			RESUMEN							
Objeto: establecer las actividades del cirujano y del médico residente de cirugía.				Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
				Operación		○	10					
ACTIVIDAD: operación de neurocirugía		Transporte		⇒	2							
		Espera		D								
		Inspección		□	2							
		Almacenamiento		▽								
MÉTODO: Actual / Propuesto				DISTANCIA (m)		37						
LUGAR: hospital J. M de los Ríos.				TIEMPO: (hora/ hombre)		5.20						
OPERARIO: Neurocirujano y residente de neurocirugía (asumiendo que el residente puede realizar las mismas actividades del cirujano )				COSTO: Mano de obra: Material:								
REALIZADO POR:		FECHA:			TOTAL:							
DESCRIPCIÓN				Cantidad		Distancia		Tiempo		SÍMBOLO		OBSERVACIONES
MÉTODO ANTIGUO				(veces)	(m)	(seg.)	○	⇒	D	□	▽	
<b>PRIMERA ETAPA:</b>												
Colocación del mono quirúrgico				1		1800	•					Cuarto de médicos
Traslado al cuarto de lavado				1	35	60		•				
Lavado minucioso de las manos según normas.				2		120	•					Cuarto de lavado
Traslado del cuarto de lavado a l quirófano.				1	2	8		•				
Secado minucioso de las manos con paño estéril.				2		30	•					
Colocación de bata quirúrgica y guantes				1		30	•					Asistido por la enfermera instrumentista
Colocación de campos estériles sobre el paciente				5		300	•					“
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>												
Limpieza y desinfección de la zona a operar				2		120	•					Cirujano y residente
Demarcación de la zona a operar				1		60	•					“
Diéresis:				1		3600	•					“
Exéresis :				1		5400	•					“
Síntesis :				1		3600	•					“
<b>TERCERA ETAPA:</b>												
Observación y seguimiento de la evolución del paciente				2		3600			•			“

Tabla n° 2.3. Cursograma de las actividades del anestesiólogo y el residente de anestesiología

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO											
DIAGRAMA N°: 3 y 4		HOJA N°: 1			RESUMEN						
Objeto: establecer las actividades del anestesiólogo y del residente de anestesiología				<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Economía</b>			
				Operación ○		13					
				Transporte ⇨		4					
				Espera □							
				Inspección □		9					
ACTIVIDAD: operación de neurocirugía				Almacenamiento ▽							
MÉTODO: Actual / Propuesto				DISTANCIA (m)		43					
LUGAR: hospital J. M de los Ríos.				TIEMPO: (hora/ hombre)		2.57					
OPERARIO: medico anestesiólogo y residente				COSTO: Mano de obra: Material:							
REALIZADO POR:		FECHA			TOTAL:						
DESCRIPCIÓN			Cantidad (veces)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
MÉTODO ANTIGUO						○	⇨	□	□	▽	
<b>PRIMERA ETAPA:</b>											
Colocación del mono quirúrgico			1		1800	•					Cuarto de médicos
Traslado al cuarto de lavado			1	35	60		•				
Lavado minucioso de las manos según normas.			2		120	•					Cuarto de lavado
Traslado del cuarto de lavado a l quirófano.			1	2	8		•				
Secado minucioso de las manos con paño estéril.			2		30	•					
Colocación del paciente en la mesa quirúrgica			1		10	•					
Selección del material quirúrgico			1		60	•					Tubos , sondas, mangueras, jeringas
Medición de signos vitales			1		300	•					
Suministro de anestesia			1		60	•					
Colocación de las conexiones de a la máquina de anestesia al paciente			1		40	•					
Colocación de las conexiones del monitor al paciente			1		60	•					
Activación y control de la terapia de calentamiento			1	3	10		•				Utilización de la unidad de calentamiento quirúrgico, implica desplazamiento
Colocación de vías y sondas			2		1800	•					Invasión del paciente
Verificación de los signos vitales			1		30				•		Utilización del monitor y de la unidad de calentamiento
Registro de los signos vitales			1		30				•		Utilización de la carpeta de control
Verificación de niveles de anestesia			1		30				•		Utilización de la máquina de anestesia
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>											
Suministro de medicamentos y / o sueros			1 – 5		50	•					Utilización de la bomba de infusión
Verificación de los signos vitales			3 – 5		150				•		Utilización del monitor y de la unidad de calentamiento
Control de la terapia de calentamiento			1 – 2	3	40		•				Implica desplazamiento
Registro de los signos vitales			3 – 5		150				•		Utilización de la carpeta de control
Verificación de niveles de anestesia			3- 5		150				•		Utilización de la máquina de anestesia
Suministro de anestesia			1- 3		180	•					Utilización de la máquina de anestesia

<b>Continuación Tabla n° 2.3</b>									
<b>TERCERA ETAPA:</b>									
Disminución de niveles de anestesia	1- 3		180	•					
Verificación de niveles de anestesia	1 –3		180				•		
Verificación de los signos vitales	1 - 3		180				•		
Observación y seguimiento de la evolución del paciente	1 – 3		3600					•	

Tabla n° 2.4. Cursograma de las actividades de la enfermera instrumentista

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO										
DIAGRAMA N° : 5		HOJA N°: 1			RESUMEN					
Objeto: establecer las actividades de la enfermera instrumentista.				Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
				Operación	○	15				
ACTIVIDAD: Operación de neurocirugía.				Transporte	⇒	5				
				Espera	D					
				Inspección	□	8				
				Almacenamiento	▽					
MÉTODO: Actual/ Propuesto				DISTANCIA (m)		63				
LUGAR: quirófano de neurocirugía del hospital J. M de los Ríos.				TIEMPO: (hora/ hombre)		1.34				
OPERARIO: enfermera instrumentista				COSTO:						
REALIZADO POR:				FECHA:		TOTAL:				
DESCRIPCIÓN		Cantidad (veces)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
MÉTODO					○	⇒	D	□	▽	
<b>PRIMERA ETAPA:</b>										
Colocación del mono quirúrgico		1		1800	•				Cuarto e enfermeras	
Traslado al cuarto de lavado		1	50	120		•				
Lavado minucioso de las manos según normas.		2		120	•				Cuarto de lavado	
Traslado del cuarto de lavado a l quirófano.		1	2	8		•				
Secado minucioso de las manos con paño estéril.		2		30	•					
Colocación de la bata estéril y de los guantes quirúrgicos		1		120	•					
Preparación de la mesa del instrumental		1		2400	•					
Verificación del material sobre la mesa del instrumental		1		120			•		Instrumental quirúrgico	
Preparación de la mesa de mayo.		1		600	•					
Verificación del instrumental sobre la mesa de mayo		1		40			•			
Suministro y colocación de las batas quirúrgicas y guantes al cirujano		1		30	•					
Suministro y colocación de las batas quirúrgicas y guantes al residente de cirugía		1		30	•					
Suministro de campos estériles		1	1.5	10		•				
Colocación de los campos estériles sobre el paciente		3 - 5		300	•					
Verificación de los campos estériles		1		40			•		Solo debe estar descubierta la zona a operar	
Traslado y colocación de la mesa de mayo sobre el paciente		1	5	40		•				
Traslado y colocación de la mesa del instrumental		1	4.5	60		•				
Verificación de insumos y material quirúrgico		1		120			•		Gasas, compresas, hilos, algodones, soluciones, etc..	

Continuación Tabla n° 2.4							
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>							
Verificación del instrumental quirúrgico solicitado por el cirujano	10 - 15		150				•
Suministro del instrumental quirúrgico y otros al cirujano.	10 - 15		150	•			Otros: succión, electrocuagulador, lámpara, etc.
Recepción del instrumental quirúrgico y otros entregado al cirujano	10 - 15		150	•			“
Verificación del instrumental quirúrgico y otros entregado al cirujano	10 - 15		150			•	“
Suministro de gases y / o compresas.	5 - 10		100	•			
Recepción de gases y / o compresas.	5 - 10		100	•			
Conteo general y verificación de las gases y / o compresas	1		60			•	
<b>TERCERA ETAPA:</b>							
Recolección del instrumental quirúrgico y otros	1		120	•			
Conteo y verificación del instrumental quirúrgico	1		120			•	
Organización y entrega del instrumental quirúrgico	1		60	•			

Tabla n° 2.5. Cursograma de las actividades circulante de anestesiología.

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO										
DIAGRAMA N° : 7		HOJA N°: 1			RESUMEN					
Objeto: establecer las actividades de la enfermera circulante de anestesiología				Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
				ACTIVIDAD: operación de neurocirugía		Operación	○			
MÉTODO: Actual / Propuesto		Transporte	⇨							
		Espera	D							
		Inspección	□							
		Almacenamiento	▽							
LUGAR: hospital J. M de los Ríos.				TIEMPO: (hora/ hombre)						
OPERARIO: circulante de anestesiología				COSTO: Mano de obra: Material:						
REALIZADO POR:		FECHA:		TOTAL:						
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD			SÍMBOLO			OBSERVACIONES	
MÉTODO ANTIGUO			Cantidad (veces)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	○	⇨	D		□
<b>PRIMERA ETAPA:</b>										
Colocación del mono quirúrgico			1		1800	•				
Traslado al cuarto de lavado			1	35	60		•			
Lavado minucioso de las manos según normas.			2		120	•				
Traslado del cuarto de lavado a l quirófano.			1	2	8		•			
Secado minucioso de las manos con paño estéril.			2		30	•				
Verificación de los insumos necesarios			1		180				•	
Dotación de insumos			1		180	•				Guantes, etc.
Verificación de medicamentos, soluciones y suero necesario			1		180				•	
Verificación de los niveles de gases anestésicos			1		60				•	
Colocación del paciente en la mesa quirúrgica			1		10	•				
Ubicación y traslado de los equipos			1-5	5	300		•			Máquina de anestesia, monitor, mesa de medicamentos, unidad de calentamiento, bomba de infusión, etc.
Conexión y encendido de equipos			1 - 5		120					“
Suministro de material quirúrgico			5 - 10		300	•				Gasas, jeringas, etc.

<b>Continuación Tabla n° 2.5</b>									
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>									
Suministro de material quirúrgico	1 – 5		300	•					
Suministro de medicamentos	1 – 5		300	•					
Preparación de soluciones	1 – 3		300	•					
Verificación de equipos	1 – 3		120				•		Buen funcionamiento
Suministro de equipos y otros materiales	1 – 5		120	•					Silla, carpeta de control, etc.
<b>TERCERA ETAPA:</b>									
Recolección del material de desecho	1		120	•					
Recolección del material sobrante	1		120	•					
Apagado y desconexión de equipos	1 – 5		300	•					Solo cuando el paciente se ha recuperado
Reubicación de los equipos	1 – 5		300		•				“

Tabla n° 2.6. Cursograma de las actividades de la Circulante de Cirugía

CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO											
DIAGRAMA N° : 6		HOJA N°: 1			RESUMEN						
Objeto: establecer las actividades de la enfermera circulante de cirugía				Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
				Operación	○	16					
ACTIVIDAD: operación de neurocirugía				Transporte	⇒	8					
				Espera	D						
				Inspección	□	1					
				Almacenamiento	▽						
MÉTODO: Actual / Propuesto				DISTANCIA (m)		142					
LUGAR: hospital J. M de los Ríos.				TIEMPO: (hora/ hombre)		3.12					
OPERARIO: circulante de cirugía				COSTO:							
				Mano de obra:							
				Material:							
REALIZADO POR:		FECHA:		TOTAL:							
DESCRIPCIÓN			Cantidad (veces)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
MÉTODO ANTIGUO						○	⇒	D	□	▽	
<b>PRIMERA ETAPA:</b>											
Colocación del mono quirúrgico			1		1800	•				Cuarto de enfermeras	
Traslado al cuarto de lavado			1	50	120		•				
Lavado minucioso de las manos según normas.			2		120	•				Cuarto de lavado	
Traslado del cuarto de lavado a l quirófano.			1	2	8		•				
Secado minucioso de las manos con paño estéril.			2		30	•					
Verificación de los insumos necesarios			1		180			•			
Dotación de insumos			1		180	•				Batas estériles, guantes, paños, etc.	
Suministro de paño estéril a la enfermera instrumentista			1		5	•				Secado de manos	
Suministro y colocación de bata estéril y guantes a la enfermera instrumentista			1		30	•					
Suministro de material quirúrgico			1		60	•				Paquete estéril	
Traslado del instrumental quirúrgico del área de material estéril al quirófano			1	15	60		•			Se utiliza una bandeja para el transporte	
Colocación del frasco para la succión			1		30	•					
Traslado del paciente al quirófano			1	20	30		•			Utilización de camilla	
Distribución de equipos dentro del quirófano			5 – 10	10	600		•			Electrocuagulador, baldes, porta bolsas, etc.	
Conexión y encendido de equipos			2 – 5		180	•					

<b>Continuación Tabla n° 2.6</b>									
<b>SEGUNDA ETAPA:</b>									
Conexión del equipo de succión	1		60						Bomba de succión, frasco y mangueras
Suministro de material quirúrgico	5 – 15		180	•					Todo aquello que pueda ser solicitado por la enfermera instrumentista
Suministro de equipos	1 – 5		60	•					Escabeles, sillas o cualquier otro equipo
Cambio del frasco de la succión	1		30	•					Solo si es necesario
<b>TERCERA ETAPA:</b>									
Apagado y desconexión de los equipo de los equipos	2 – 5		180	•					
Reubicación de los equipos	5 – 10	10	600		•				
Traslado del instrumental quirúrgico al área sucia	1	15	60		•				
Recolección y desecho de materiales e insumos utilizados	1		300	•					
Desconexión del equipo de succión	1		10	•					
Cambio del frasco de succión	1		30	•					
Organización y recolección de todo el material sobrante	1		300	•					
Traslado del material sobrante al área sucia	1	15	60		•				
Traslado del paciente al área de recuperación	1	15	60		•				

#### 2.4.4. Método Mapfre.

Para medir las condiciones de confort en los distintos puesto de trabajo, se aplica el método MAPFRE, el cual consiste en un análisis ergonómico de las características de los puestos de trabajo mediante un cuestionario (anexo n° 3).

El cuestionario consta de tres partes: descriptiva, evaluativa y correctiva.

En la parte descriptiva se indican los datos más relevantes del puesto de trabajo, denominaciones de las máquinas, los equipos y los materiales empleados, así como también una breve descripción de las tareas.

En la primera hoja se incluye el perfil profesiográfico de la evaluación, con cinco grados o niveles para cada factor.

El nivel 1 indica que las condiciones son muy favorables y el nivel son totalmente desfavorables 5 tal que requieren corrección o mejoras, la escala se traduce en los siguientes niveles:

- nivel 1 Muy favorable
- nivel 2 Favorable
- nivel 3 Acción
- nivel 4 Desfavorable
- nivel 5 Totalmente desfavorable

El nivel 3 indica un nivel medio catalogado como “nivel de acción”, esto

quiere decir, una situación aceptable, legal o técnicamente, pero a partir de la cual sería recomendable introducir algún tipo de mejora o corrección.

Para cada uno de los factores se incluye también una posible evaluación del puesto de trabajo según la apreciación del trabajador, por lo que se indican cinco grados cualitativos:

- muy aceptable (++);
- aceptable (+);
- neutro (•);
- desfavorable (-);
- muy desfavorable (--).

En el anexo n° 4 se muestra el formato de la entrevista realizada.

En la parte evaluativa existen 15 factores con los cuales se valoran los aspectos relativos a los esfuerzos (físicos, sensoriales y mentales), factores psicológicos (iniciativa, comunicación, monotonía, turnos / horarios, etc.) y factores físico – ambientales (riesgos de accidentes, ruido, contaminantes, iluminación, etc.)

Para la evaluación de este apartado los autores del método han considerado los criterios, normas y disposiciones técnicas más prestigiosas en el análisis de las condiciones de los puestos de trabajo, tales como:

- Método LEST (Laboratorio de economía y Sociología del Trabajo Aix-en-Provence).
- RNUR (Régie Nationale des Usines Renault).
- ESFIOH (Sección Ergonómica del Instituto Finlandés de Salud Ocupacional).
- ANACT (Agencia Nacional para la Mejora de las Condiciones de Trabajo en Francia).
- TLVs de ACGIH (American Conference or Governmental Industrial Hygienists).
- Normas ISO (International Standard Organization).
- Disposiciones legales españolas.

- Directivas y disposiciones de la Comunidad Económica Europea.

El tercer apartado está dirigido a las medidas correctivas o de control, las cuales se especifican en una ficha aparte, indicando las condiciones mínimas que debe incluir el puesto de trabajo con respecto a los factores evaluados y analizados, así como las posibles líneas de mejoramiento: técnicas, organizativas o administrativas.

#### **2.4.5. Evaluación Ergonómica Según Cada Puesto de Trabajo**

La evaluación fue realizada por observación y análisis de cada uno de los aspectos presentes en el cuestionario ergonómico (Ferrer et al, 1995.) en el que se compara lo observado por quien lo emplea, con la opinión del personal, para aplicarlo al quirófano en estudio se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: espacio físico, equipamiento, cargas, riesgos y accidentes, contaminantes químicos, ruido y vibraciones, condiciones térmicas, iluminación, ambiente cromático y radiaciones.

Los resultados de dicha comparación fueron muy curiosos ya que fueron pocos los aspectos en que las dos opiniones convergieron, sin embargo en los resultados obtenidos se evidenció en la mayoría de los casos la necesidad de poseer mejores puestos de trabajo, mediante los cuales se puedan realizar las actividades que corresponde a cada miembro sin obstáculos ni limitantes, de forma que la jornada de trabajo sea lo más confortable posible y que a demás no perjudique al paciente, obteniéndose de esta forma una mayor productividad.

A continuación se presentan los cuadros con las evaluaciones realizadas a cada puesto de trabajo:

En la evaluación realizada mediante observación y análisis al puesto de trabajo del neurocirujano se encontró que aspectos como el equipamiento, los turnos, horarios, los riesgos de accidente y los contaminantes químicos requieren de una acción rápida antes que se transformen en condiciones más desfavorables.

El equipamiento presenta una distribución poco flexible ya que no se le permite variar la configuración del quirófano en función de sus necesidades, una de las limitantes que ocasionan este inconveniente radica, en la existencia de una

sola toma de gases anestésicos, lo que coarta el movimiento de la máquina de anestesia y por ende de las conexiones al paciente, lo que restringe una redistribución.

En cuanto a los turnos y horarios, los días que debe hacer guardia y tiene que operar al día siguiente es muy forzado, ya que debe permanecer despierto más de 16 horas, los riesgos de accidentes están abiertos ya que no hay quien haga cumplir las normas de seguridad.

En cuanto a los contaminantes químicos los sistemas de control de los niveles de exposición tolerables no se practican.

Los siguientes se reportaron como elementos desfavorables: condiciones térmicas e iluminación, mientras que el equipamiento, las cargas estáticas, los turnos, horarios y contaminantes químicos requieren de acción inmediata, para evitar que se desarrollen y alcancen niveles mayores.

Los resultados obtenidos de la evaluación ergonómica tabulada en los diagramas del puesto de trabajo se muestran en las tablas siguientes, donde los símbolos utilizados representan:

- ◆ : Opinión del trabajador
- \* : Resultados de la observación..

En la tabla nº 2.7 se ilustra el diagrama del puesto de trabajo de neurocirujano según la evaluación ergonómica.

En el análisis del puesto de trabajo del residente de neurocirugía se determinó que aspectos como la carga estática postural es muy desfavorable, motivado a los tiempos prolongados con posturas de pie, la iluminación resulta deficiente por condiciones de los equipos instalados y el ambiente cromático resulta desfavorable, en cuanto a los colores de la indumentaria estéril, el equipamiento, la disposición del espacio, es incomoda y existen obstáculos para su libre desplazamiento, los turnos y horarios son forzados, los riesgos de accidentes y los contaminantes químicos requieren acción inmediata antes que lleguen a transformarse en condiciones más desfavorables. En la tabla nº 2.8 se puede observar la evaluación realizada al residente de neurocirugía.

Tabla nº 2. 7. Evaluación del puesto de trabajo del Neurocirujano												
Diagrama del puesto de trabajo	Valoración											
	Análisis							Trabajador				
	1	2	3	4	5	+	+	+	•	-	--	
1. Equipamiento. Disposición espacio.			*								♦	
2. Carga física estática-postural.				*							♦	
3. Carga física dinámica.		*					♦					
4. Atención. Coordinación sensoriomotriz.					*		♦					
5. Complejidad. Cont. Trabajo.					*				♦			
6. Autonomía y decisiones.					*						♦	
7. Monotonía y repetitividad	*								♦			
8. Comunicación y Relaciones sociales.	*							♦				
9. Turnos. Horarios. Pausa.			*								♦	
10. Riesgos de accidente.			*					♦				
11. Contaminantes químicos			*								♦	
12. Ruido y vibraciones.	*							♦				
13. Condiciones térmicas.		*										♦
14. Iluminación. Ambiente cromático.				*								♦
15. Radiaciones. Otros factores ambientales	*											♦

Diagrama del puesto de trabajo		Valoración									
		Análisis					Trabajador				
		1	2	3	4	5	+	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición espacio.			*								♦
2. Carga física estática-postural.						*					♦
3. Carga física dinámica.		*					♦				
4. Atención. Coordinación sensomotriz.					*						
5. Complejidad. Cont. Trabajo.					*						♦
6. Autonomía y decisiones.				*							♦
7. Monotonía y repetitividad		*							♦		
8. Comunicación. Relaciones sociales.				*			♦				
9. Turnos. Horarios. Pausa.				*							♦
10. Riesgos de accidente.				*						♦	
11. Contaminantes químicos				*							♦
12. Ruido y vibraciones.		*									♦
13. Condiciones térmicas.			*								♦
14. Iluminación. Ambiente cromático.					*						♦
15. Radiaciones. Otros fact. ambiente		*									♦

Realizando el análisis del puesto de trabajo del anestesiólogo se observó, que aspectos como la carga estática postural, los riesgos de accidentes, los contaminantes químicos son desfavorables, el equipamiento, los turnos y horarios requieren un nivel de acción, mientras que la opinión emitida por este profesional los turnos, horarios, los riesgos de accidentes, condiciones térmicas son muy desfavorables, la carga estática postural, los ruidos, las vibraciones, la radiación representan aspectos desfavorables, la carga física dinámica, los contaminantes químicos y las radiación requieren pronta acción. En la tabla n° 2.9 se puede observar la evaluación de dicho puesto de trabajo.

Para el residente de anestesiología se pudo observar condiciones desfavorables en los siguientes puntos: contaminantes químicos, iluminación, ambiente cromático, mientras que el equipamiento, la disposición del espacio, la carga estática postural, los turnos, horarios y los riesgos de accidentes requieren de una acción pronta. Según la percepción del residente los riesgos de accidente, la iluminación y el ambiente cromático son aspectos muy desfavorables, el equipamiento, la disposición del espacio, la carga estática postural, los turnos, horarios, los contaminantes químicos, el ruido, las vibraciones son desfavorables, las condiciones térmicas requieren un nivel de acción inmediato. En la tabla n° 2.10 se representa el diagrama de evaluación del puesto de trabajo.

En el puesto de trabajo de la circulante de anestesiología, entre los puntos evaluados se encontró que la carga estática postural, la iluminación y el ambiente cromático son desfavorables, pero puntos como los turnos, horarios, riesgos de accidente y lo referente a contaminantes químicos requieren acción inmediata, mientras que la opinión de la circulante de anestesiología reveló que los puntos como la carga estática postural, la carga física, las condiciones térmicas, la iluminación y el ambiente cromático son desfavorables. La tabla n° 2.11 presenta los resultados de la evaluación realizada a dicho puesto de trabajo.

Tabla n ° 2.9 Evaluación del puesto de trabajo del Anestesiólogo.									
Diagrama del puesto de trabajo	Valoración								
	Análisis					Trabajador			
	1	2	3	4	5	+	+	•	--
1. Equipamiento. Disposición espacio.			*				♦		
2. Carga física estática-postural.				*				♦	
3. Carga física dinámica.	*							♦	
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				*					
5. Complejidad. Cont. trabajo.			*						
6. Autonomía y decisiones.		*							
7. Monotonía y repetitividad		*							♦
8. Comunicación Relaciones sociales.		*					♦		
9. Turnos. Horarios. Pausa.			*						♦
10. Riesgos de accidente.				*					♦
11. Contaminantes químicos				*				♦	
12. Ruido y vibraciones.	*								♦
13. Condiciones térmicas.		*							♦
14. Iluminación. Ambiente cromático.				*			♦		
15. Radiaciones. Otros factores ambientales	*							♦	

Tabla n ° 2.10 Evaluación del puestos de trabajo del Residente de Anestesiología											
Valoración											Trabajador
Análisis											
	1	2	3	4	5	+	+	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición espacio.			*							♦	
2. Carga física estática-postural.			*							♦	
3. Carga física dinámica.	*								♦		
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				*					♦		
5. Complejidad. Cont. Trabajo.			*				♦				
6. Autonomía y decisiones.			*						♦		
7. Monotonía y repetitividad		*									
8. Comunicación. Relaciones sociales.		*							♦		
9. Turnos. Horarios. Pausa.			*							♦	
10. Riesgos de accidente.			*								♦
11. Contaminantes químicos				*						♦	
12. Ruido y vibraciones.	*									♦	
13. Condiciones térmicas.		*								♦	
14. Iluminación. Ambiente cromático.				*							♦
15. Radiaciones. Otros factores ambiente	*						♦				

Diagrama del puesto de trabajo		Valoración									
		Análisis					Trabajador				
		1	2	3	4	5	+	+	•	-	--
1. Equipamiento. Disposición espacio.			*					♦			
2. Carga física estática-postural.					*					♦	
3. Carga física dinámica.		*									♦
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				*				♦			
5. Complejidad. Contenido Trabajo.				*			♦				
6. Autonomía y decisiones.				*			♦				
7. Monotonía y repetitividad		*						♦			
8. Comunicación. Relaciones sociales.				*			♦				
9. Turnos. Horarios. Pausa.				*				♦			
10. Riesgos de accidente.				*			♦				
11. Contaminantes químicos				*			♦				
12. Ruido y vibraciones.		*					♦				
13. Condiciones térmicas.			*								♦
14. Iluminación. Ambiente cromático.					*						♦
15. Radiaciones. Otros factores ambiente		*						♦			

En el puesto de la enfermera instrumentista se percibió que son desfavorables los puntos como el equipamiento, la disposición del espacio, la carga estática postural, la iluminación y el ambiente cromático pero aspectos como los turnos, horarios, los riesgos de accidentes, los contaminantes químicos deben ser modificados mediante alguna acción pronta. La opinión de la enfermera instrumentista definió que la carga estática postural y los contaminantes químicos son muy desfavorables, el equipamiento, el espacio físico, los riesgos de accidentes las condiciones térmicas, la radiación y la iluminación son desfavorables y requieren modificación.

La tabla n° 2.12 presenta el resumen de la evaluación realizada al puesto de trabajo de la enfermera instrumentista.

Para la circulante de cirugía se constato que la carga física dinámica es muy perjudicial, el equipamiento, la carga estática postural, la iluminación son desfavorables mientras que puntos como los turnos, horarios, los riesgos de accidentes, los contaminantes químicos necesitan ser verificados y modificados. La opinión de esta trabajadora reveló que los puntos tales como el equipamiento y la disposición física son desfavorables para su puesto de trabajo.

En la tabla n ° 2.13 se representa el resumen de la evaluación.

Tabla n ° 2.12 Evaluación del puesto de trabajo de la Enfermera Instrumentista											
Diagrama del puesto de trabajo	Valoración										
	Análisis					Trabajador					
	1	2	3	4	5	+	+	•	-	--	
1. Equipamiento .Disposición espacio.				*					♦		
2. Carga física estática-postural.				*						♦	
3. Carga física dinámica.	*							♦			
4. Atención. Coordinación sensomotriz.				*				♦			
5. Complejidad. Contenido. Trabajo.			*					♦			
6. Autonomía y decisiones.			*				♦				
7. Monotonía y repetitividad	*							♦			
8. Comunicación. Relaciones sociales.			*					♦			
9. Turnos. Horarios. Pausa.			*						♦		
10. Riesgos de accidente.			*							♦	
11. Contaminantes químicos			*								♦
12. Ruido y vibraciones.	*							♦			
13. Condiciones térmicas.		*									♦
14. Iluminación. Ambiente cromático.				*							♦
15. Radiaciones. Otros factores ambient.	*										♦

Tabla n ° 2.13 Evaluación del puesto de trabajo de la circulante de Cirugía											
Diagrama del puesto de trabajo	Valoración										
	Análisis						Trabajador				
	1	2	3	4	5	+	+	•	-	--	
1. Equipamiento. Disposición espacio.				*						♦	
2. Carga física estática-postural.				*			♦				
3. Carga física dinámica.					*		♦				
4. Atención. Coordinación sensomotriz.			*					♦			
5. Complejidad. Cont. Trabajo.			*				♦				
6. Autonomía y decisiones.			*				♦				
7. Monotonía y repetitividad	*						♦				
8. Comunicación. Relaciones sociales.			*				♦				
9. Turnos. Horarios. Pausa.			*				♦				
10. Riesgos de accidente.			*					♦			
11. Contaminantes químicos			*					♦			
12. Ruido y vibraciones.	*							♦			
13. Condiciones térmicas.		*						♦			
14. Iluminación. Ambiente cromático.				*				♦			
15. Radiaciones. Otros factores ambiente	*							♦			

En términos generales durante de evaluación se pueden resaltar los siguientes aspectos: la disposición del espacio físico representa un punto muy desfavorable para la organización de los distintos puestos de trabajo, este espacio es reducido para el tipo de especialidad que se realiza en dicho quirófano y además trae consigo problemas tales como una inadecuada disposición de los equipos, representando obstáculos en el libre desplazamiento del personal, en especial para la parte del equipo médico que se desplaza en su jornada laboral dentro del mismo, dichos obstáculos contribuyen a aumentar la carga dinámica en las enfermeras circulantes.

La carga física estática postural y la iluminación influyen de manera desfavorable, tanto en la enfermera instrumentista como en el neurocirujano y su residente, esto se debe a las largas jornadas de trabajo que deben cumplir, conservando la postura de pie, sumado a que no poseen niveles de iluminación adecuados.

La falta de planes para atenuar riesgos de accidentes se evidencian de las entrevistas realizadas, lo que abre la posibilidad de accidentes dentro del área laboral.

A pesar que los equipos médicos se encuentran diseñados para no producir perturbación sonora, se encontró que las alarmas de los monitores y el ruido del aire acondicionado son agentes desagradables que aturden al personal de anestesiología, durante intervención.

Fue reportado que en ocasiones, cuando se realizan trabajos justo en el techo del quirófano se escuchan martilleos que alteran el confort del quirófano. Con respecto a las condiciones térmicas la temperatura dentro del quirófano según la cantidad de personas presentes, algunas veces puede percibirse en exceso fría o muy caliente.

#### **2.4.6. Cargas Físicas Durante la Jornada de Trabajo.**

##### **Neurocirujano.**

El cirujano durante el acto quirúrgico (diéresis, exéresis y síntesis) mantiene posturas tales como:

- De pie normal con una duración de 0,25 min/hora.
- De pie con los brazos por encima de los hombros 0,33 min/hora.
- De pie con brazos en extensión frontal 53,33 min/hora.
- De pie fuertemente curvado 3,33 min/hora.

La tabla n ° 2.14 muestra la evaluación de la carga estática postural a la que está sometido este profesional, se evidencia que la postura en la que se mantiene de pie con los brazos en extensión frontal es la que arrojó el mayor de los tiempos de duración de posturas, lo cual se corresponde con lo observado ya que en su labor los miembros del cuerpo que más utiliza son brazos y manos. Esto se debe a que las actividades que realiza durante su jornada laboral de forma repetitiva consisten en: incisión, exploración, así como la entrega y recepción del instrumental quirúrgico lo cual le exigen la utilización constante de los miembros superiores ya citados.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal			0.06	
	Curvado			+0.09	
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	0,25	1	0.16	0,04
	Brazos por encima de hombros	0,33	1	+0.14	0,05
	Curvado o brazos extensión frontal	53,33	1	+0.21	11,20
	Fuertemente curvado	3,33	1	+0.40	1,33
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cuéllas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	12,62

Tabla nº 2.14. Evaluación de la carga estática postural del Neurocirujano

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		3	1	0,048	0,14
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					0,14

Tabla n ° 2.15 Cargas por desplazamientos del Neurocirujano.

El cirujano permanece estático por tiempo prolongado sin posibilidad de desplazarse, sin embargo ocasionalmente realiza pequeños desplazamientos para intercambiarse con el residente de cirugía dichos desplazamientos son de aproximadamente de 1,5 m y se realizan con una frecuencia de 2 veces por hora. En la tabla n° 2.15 se puede observar que este profesional realiza un recorrido total de tres metros consumiendo 0,14 Kcal e una hora.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	40	1	0.5	20
	Medio	30	1	0.8	24
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	40	1	1.7	68
	Medio	30	1	2.2	66
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	178

Tabla 2.16 Evaluación de la carga física muscular del Neurocirujano.

Los músculos más utilizados por el cirujano son los de las manos y brazos como se observa en la tabla n ° 2.16 en intensidades de esfuerzo ligero aproximadamente en lapsos de 40 min./hora y medio en periodos de 30 min/ hora. Se considera realiza esfuerzo ligero durante la diéresis, exéresis y síntesis. Los esfuerzos medios son realizados cuando debe utilizar el Trépano de Hudson. Durante su labor en el quirófano el cirujano no levanta ni transporta cargas.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal			0.06	
	Curvado			+0.09	
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	1,66	1	0.16	0,26
	Brazos por encima de hombros	0,25	1	+0.14	0,035
	Curvado o brazos extensión frontal	20	1	+0.21	4,2
	Fuertemente curvado	53,49	1	+0.40	21,39
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cucullas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	25,90

Tabla n° 2.17. Evaluación de la carga estática postural del residente de Neurocirugía.

*Residente de Neurocirugía:*

Al igual que el neurocirujano, el residente permanece durante su jornada de pie, adoptando posturas tales como:

- De pie normal por un lapso de 1,66 min/ hora.

- De pie con los brazos por encima de los hombros 0,25 min/hora.
- De pie con los brazos en extensión frontal 20 min/hora.
- De pie fuertemente curvado un tiempo de 53,39 min/hora.

La postura de pie fuertemente curvado, es adoptada en los intervalos en que se encuentra observando el desempeño de la operación, para ello debe inclinar su tronco.

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		10	1	0,048	0,48
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					0,48

Tabla n° 2.18. Cargas por desplazamientos del residente de Neurocirugía

El residente posee mayor rango de desplazamiento, esta en un solo sitio cuando actúa como asistente del neurocirujano o se encuentra de observador. Realiza desplazamientos pequeños de aproximadamente 2,5m en el área comprendida entre los puestos de trabajo del neurocirujano y la enfermera instrumentista. Realiza al menos cuatro desplazamientos por hora en los casos más desfavorables. El residente de cirugía recorre horizontalmente una distancia total de 10 metros por hora.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	40	1	0.5	20
	Medio	30	1	0.8	24
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	40	1	1.7	68
	Medio	30	1	2.2	66
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	178

Tabla nº 2.19. Evaluación de la carga física muscular del residente de Neurocirugía

El residente de neurocirugía utiliza los músculos de la mano y brazos, en intensidades de esfuerzo ligero y medio. Esfuerzo ligero durante 40 min/hora, durante las actividades en que interviene con el paciente. Esfuerzos medio un tiempo aproximado de 30 min/hora, cuando utiliza el Trépano de Hudson.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal	60	1	0.06	3,6
	Curvado	20	1	+0.09	1,8
	Brazos por encima de los hombros	1	1	+0.10	0,10
De pie	Normal	0,83	1	0.16	0,13
	Brazos por encima de hombros	0,33	1	+0.14	0,05
	Curvado o brazos extensión frontal	10	1	+0.21	2,1
	Fuertemente curvado			+0.40	
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cucullas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	7,68

Tabla nº 2.20. Evaluación de la carga estática postural del Anestesiólogo.

***Anestesiólogo.***

El anestesiólogo toma diferentes posiciones en su puesto de trabajo, tales

como:

- Sentado normal en un intervalo aproximado de 60 min/hora.
- Sentado curvado 20 min/hora.
- Sentado con los brazos por encima de los hombros 1 min/hora.
- De pie normal 0,83 min/hora.
- De pie con los brazos por encima de los hombros 0,83 min/hora.
- De pie con brazos en extensión frontal 10 min/hora.

Al tomar las vías del paciente el anesestesiólogo adopta la postura de pie normal o de pie con los brazos en extensión frontal. Durante el resto de la operación permanece la mayor parte del tiempo sentado mientras registra los signos vitales del paciente y lo mantiene estable, para ello tiende a inclinar el cuerpo hacia adelante para escribir y levanta los brazos por encima de los hombros para alcanzar los controles de la máquina de anestesia o del monitor. Cuando es necesario aplicar medicamentos al paciente, adopta la postura de pie con los brazos por encima de los hombros.

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		11	1	0,048	0,53
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					0,53

Tabla n° 2.21. Carga por desplazamientos del Anesestesiólogo.

Durante las actividades que realiza para mantener estable al paciente, recorre aproximadamente 5,5 metros y hace el recorrido, al menos dos veces, es decir 11 metros por hora aproximadamente.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	30	1	0.5	15
	Medio			0.8	
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	30	1	1.7	51
	Medio			2.2	
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	66

Tabla nº 2.22. Evaluación de la carga física muscular del Anestesiólogo

Para la toma de vías, el registro de signos vitales, aplicación de medicamentos y conexión del paciente a la máquina de anestesia, el anestesiólogo requiere emplear los músculos de las manos y de los brazos en intensidades de esfuerzo ligero en un lapso de 30 min/hora. Esfuerzos mayores ocurren de forma esporádica por ello no han sido reportados.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal	25	1	0.06	1,5
	Curvado	25	1	+0.09	2,25
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	1,66	1	0.16	0,27
	Brazos por encima de hombros	0,33	1	+0.14	0,04
	Curvado o brazos extensión frontal	5	1	+0.21	1,05
	Fuertemente curvado			+0.40	
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cucullas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	5,11

Tabla n° 2.23. Evaluación de la carga estática postural del residente de Anestesiología

*Residente de Anestesiología.*

El residente de anestesiología adopta posturas tales como:

- Sentado normal por un lapso aproximado de 25 min/hora.

- Sentado curvado 25 min/hora
- De pie normal 1,66 min/hora.
- De pie con los brazos por encima de los hombros 0,33 min/hora.
- De pie con los brazos en extensión frontal 5 min/hora.

Las posturas que este profesional adopta por más tiempo es la de sentado bien sea normal o curvado.

Desplazamiento del operador		(1) nº metros/ hora	(2) nº de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		22	1	0,048	1,05
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					1,05

Tabla nº 2.24. Cargas por desplazamientos del residente de Anestesiología

El residente de anestesiología debe desplazarse desde la máquina de anestesia hacia la zona donde se encuentra el paral para medicamentos y la unidad de calentamiento quirúrgico realizando desplazamientos, de aproximadamente 5,5 metros por hora, cuatro veces por hora, recorriendo una distancia total de 22 metros por hora.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	30	1	0.5	15
	Medio			0.8	
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	30	1	1.7	51
	Medio			2.2	
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	66

Tabla n° 2.25. Evaluación de la carga física muscular del residente de Anestesiología.

Durante sus actividades el residente utiliza los músculos de las manos y brazos en intensidad de esfuerzo ligero durante un periodo aproximado de 30 min/h. El residente debe asistir en todo al anestesiólogo y por ende realiza las mismas actividades que este. No levanta ni transporta pesos o cargas, solo en ocasiones cuando no se encuentra el camillero, debe colaborar con las enfermeras para levantar al paciente y trasladarlo de la camilla a la mesa quirúrgica.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal	10	1	0.06	0,6
	Curvado	0,05	1	+0.09	0,005
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	1	1	0.16	0,16
	Brazos por encima de hombros	0,33	1	+0.14	0,05
	Curvado o brazos extensión frontal	2	1	+0.21	0,42
	Fuertemente curvado	2,50	1	+0.40	1
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cuclillas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	2,23

Tabla n ° 2. 26. Evaluación de la carga estática postural de la circulante de Anestesiología

***Circulante de Anestesiología:***

La circulante de anestesiología adopta posturas tales como: sentada normal

10 min./h, sentada curvada 0,05 min./h, de pie normal 1 min./h, de pie con los brazos por encima de los hombros 0,33 min./h, de pie curvada o con los brazos en extensión frontal 2 min./h, de pie fuertemente curvada 2,50 min./h. La postura que por más tiempo adopta la circulante de anestesiología es la de sentada normal, esta postura la adopta mientras se encuentra esperando que el anesthesiologo o el residente de anestesiología le den alguna indicación o le piden le suministre algún material o instrumento. Sin embargo esta profesional se mantiene en continuo movimiento no permanece estática por mucho tiempo.

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		100	1	0,048	4,8
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					4,8

Tabla n° 2.27. Cargas por desplazamientos de la circulante de Anestesiología.

La enfermera circulante de anestesiología se encuentra en continuo movimiento desplazándose dentro y fuera del recinto del quirófano, ya que la misma debe proporcionar de los materiales e instrumentos que el anesthesiologo y su residente requieran, dichos desplazamientos son realizados cubriendo una distancia aproximada de 2,5 metros comprendidos entre el área del quirófano, pasillos, área de esterilización y el área de almacén de medicamentos, estos desplazamientos los realiza aproximadamente 4 veces por hora, recorriendo una distancia total de 100 metros aproximados por hora.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	30	1	0.5	15
	Medio			0.8	
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	30	1	1.7	51
	Medio			2.2	
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	66

Tabla n° 2.28. Evaluación de la carga física muscular de la circulante de Anestesiología.

La enfermera circulante de anestesiología realiza actividades como la preparación de soluciones, suministro de instrumental y material quirúrgico, durante las cuales debe utilizar los músculos de las manos y brazos, este tipo de actividades son consideradas como ligeras. Los músculos mas utilizados por la circulante de anestesiología son las manos y brazos en intensidad de esfuerzo ligero en un lapso aproximado de 30 min/h. Durante la jornada de trabajo en el quirófano la circulante de anestesiología transporta cargas ligeras (inyectoras, mangueras, tubos traqueales, gasas, algodones) con los que se considera no consume calorías adicionales a la de los desplazamientos. Enfermera Instrumentista.

La enfermera instrumentista adopta posturas como: sentada normal un

tiempo estimado de 5 min./h, de pie normal 20 min./h, de pie curvada o con los brazos en extensión frontal 12,5 min./h, de pie fuertemente curvada 1,08 min./h.

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N ° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal	5	1	0.06	0,3
	Curvado			+0.09	
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	20	1	0.16	3,2
	Brazos por encima de hombros			+0.14	
	Curvado o brazos extensión frontal	12,5	1	+0.21	2,63
	Fuertemente curvado	1,08	1	+0.40	0,43
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cucullas	Normal			0.26	
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	6,56

Tabla n° 2.29. Evaluación de la carga estática enfermera instrumentista

Las actividades de la enfermera instrumentista requieren que permanezca de pie durante toda la jornada de trabajo en el quirófano, en su actual puesto de trabajo no tiene posibilidad de alternar posturas, el escabel de dos pasos con el que

pudiera subir ya bajar para cambiar de posición les resulta incómodo ya que es muy grande y el espacio hueco entre el primer y segundo paso les ocasiona inseguridad, dicha enfermera sólo tiene la posibilidad de sentarse cuando los médicos se encuentran preparándose para la intervención.

El espacio reducido donde realiza su trabajo no le brinda la posibilidad de colocar un taburete para sentarse de vez en cuando.

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		1,80	1	0,048	0,086
Vertical	Ascenso	1,08	1	0,73	0,79
	Descenso	0,72	1	0,20	0,144
				Total	1,02

Tabla n° 2.30. Carga por desplazamientos de la enfermera instrumentista.

La enfermera instrumentista no posee mucho rango de desplazamiento durante una intervención, sin embargo esta hace pequeños desplazamientos horizontales entre el área donde se ubica la mesa de mayo y la mesa del instrumental. Dichos desplazamientos comprenden una distancia aproximada de 0,9 metros y los ejecuta al menos 2 veces por hora cuando debe cambiar el instrumental quirúrgico de la mesa de mayo. Los desplazamientos verticales son realizados cuando esta emplea un escabel para adecuar su estatura a la de los planos de trabajo, cuando esta profesional utiliza dicho equipo se ve obligada a realizar desplazamiento de ascenso en una altura aproximada de 0,36 metros al menos 3 veces por hora y desplazamientos de descenso con la misma altura (0,36 m) al menos 2 veces por hora, recorriendo una distancia horizontal total de 1,08

metros por hora y en desplazamientos verticales una distancia total por ascenso de 1,08 metros por hora y por descenso de 0,72 metros por hora.

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	56,36	1	0.5	28
	Medio	3,63	1	0.8	2,90
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	56,36	1	1.7	95,81
	Medio	3,63	1	2.2	7,99
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	
				Total	134,70

Tabla n° 2.31 Evaluación de la carga física muscular la enfermera instrumentista

En su labor dentro del quirófano la enfermera instrumentista realiza todas las actividades empleando sus manos y brazos, dentro de las exigencias de este puesto está el permanecer toda la jornada de pie y se mantienen por tiempo prolongado en posturas estáticas. La actividad básica y repetida que esta profesional realiza es la de suministrar y recibir el instrumental quirúrgico que le proporciona al neurocirujano esto lo realiza durante toda la hora de trabajo, esta actividad requiere una intensidad de esfuerzo ligero aunque en muy pocas ocasiones requiere realizar esfuerzos de intensidad media. En estas tareas debe utilizar los músculos de las manos y de los brazos en intensidad de esfuerzo ligero

en un intervalo aproximado de 56,36 min/h y esfuerzo en media intensidad de los mismos músculos en un lapso de 3,36 min/h.

Durante la jornada de trabajo la enfermera instrumentista se ve obligada a utilizar otros músculos como los de las piernas y el cuello ya que esta adopta posturas poco adecuadas debido a la diferencia de altura que existe entre sus dos planos de trabajo (la mesa de mayo y la mesa del instrumental). Esta profesional no levanta peso ni cargas, aunque debe desplazar las mesas que utiliza, desde el lugar de origen hacia la zona donde se realizara la intervención, se estima que el consumo de calorías es solo por desplazamiento ya que utiliza medios mecánicos para trasladar dichos equipos (mesas con ruedas).

Postura		(1) Duración por postura min.	(2) N° h. trabajo / día	(3) Consumo Kcal. / min.	(4) Consumo Kcal. / día (1*2*3)
Sentado	Normal	10	1	0.06	0,6
	Curvado	0,05	1	+0.09	0,0045
	Brazos por encima de los hombros			+0.10	
De pie	Normal	1	1	0.16	0,16
	Brazos por encima de hombros			+0.14	
	Curvado o brazos extensión frontal	2	1	+0.21	0,42
	Fuertemente curvado	2,50	1	+0.40	1
Arrodillado	Normal			0.27	
	Curvado			+0.04	
	Brazos por encima de los hombros			+0.09	
Tumbado	Brazos Elevados			0.06	
En cuéllas	Normal	0,83	1	0.26	0,22
	Brazos por encima de los hombros			+0.01	
				Total	2,41

Tabla nº 2.32. Evaluación de la carga estática postural de la circulante de cirugía

***Circulante de Cirugía.***

Las actividades que realiza en el quirófano la circulante de cirugía requieren que dicha profesional mantenga un continuo movimiento, por lo que esta adopta posturas estáticas por lapsos de tiempo muy pequeño.

Las posturas mas comunes que realiza la circulante de cirugía durante una intervención son: sentada normal en un intervalo de 10 min./h, sentada curvada

0,05 min./h, de pie normal 1 min./h, de pie con los brazos curvados o en extensión frontal 2 min./h, de pie fuertemente curvado 2,5 min./h y de cuclillas normal 0,83 min./h.

La postura que mas adopta la circulante de cirugía es la de sentada normal, esta postura es adoptada mientras esta profesional las indicaciones de la enfermera instrumentista. Las posiciones de pie son asumidas cuando la circulante realiza actividades tales como el suministro del material pedido por la enfermera instrumentista o durante la organización del quirófano. La postura en cuclillas es adoptada mientras la circulante conecta los equipos.

Desplazamiento del operador		(1) n° metros/ hora	(2) n° de horas al día	(3) Consumo Kcal./m.	(4) Consumo Kcal./ día (1*2*3)
Horizontales		100	1	0,048	4,8
Vertical	Ascenso			0,73	
	Descenso			0,20	
Total					4,8

Tabla n° 2.33. Cargas por desplazamientos de la circulante de cirugía

Músculos empleados	Intensidad del esfuerzo	(1) Duración del esfuerzo en min. / hora	(2) N ° de horas trabajo / día	(3) Consumo de Kcal. / min.	(4) Consumo de Kcal. / día (1*2*3)
Manos	Ligero	10,0	1	0.5	5.0
	Medio	25,0	1	0.8	20,0
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Ligero			.09	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Ligero	10,0	1	1.7	17,0
	Medio	25,0	1	2.2	55,0
	Pesado			2.8	
1 Pierna	Ligero			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Ligero	12,0	1	3.2	38,4
	Medio	2,0	1	5.0	10,0
	Pesado			7.2	
				Total	145,4

Tabla n° 2.34. Evaluación de la carga física muscular la circulante de cirugía.

La circulante durante una intervención realiza múltiples desplazamientos, estos son realizados cuando esta debe trasladarse al área de esterilización a buscar la caja del instrumental o a la zona de almacenamiento de insumos. Esta debe movilizarse una distancia aproximada de 25 metros recorridos al menos unas 4 veces por hora. La distancia total recorrida por la circulante durante la operación, 100 metros por hora.

Operación	(1) Peso de la carga en Kg.	(2) N° de transportes / hora	(3) N° metros cargados en cada recorrido	(4) Consumo Kcal./ m. (*)	(5) Consumo Kcal. / hora (2*3*4)
Traslad ar la caja del instrum ental	10	2	10	2,40	480
				Total	480

Tabla nº 2.35. Evaluación de la carga física por transporte y manipulación de materiales

Durante la labor en el quirófano, la circulante debe transportar carga y pesos pequeños como gasas, compresas, algodones u otro equipo de menor tamaño, pero debe transportar también la caja del instrumental que es un peso mas elevado, algunas veces esta caja es transportada utilizando medios mecánicos (mesa con ruedas) pero en otras ocasiones este peso es transportado por la circulante manualmente. La caja del instrumental posee un peso aproximado de 10 kilogramos y debe transportarla al inicio y al final de las operaciones, una distancia de 10 metros.

La forma en que se calculo el punto 4 se expresa a continuación:

Fórmula general: Ferrer et al 1995.

$$E = N * L * (K_{T,ida} + K_{T,vuelta}) + H_1 * (K_L + K_B) + H_2 * (K_s + K_D)$$

E = Consumo energético en Kcal. / h.

N = Número de veces de la operación. = 2 veces x hora

L = Longitud del recorrido en metros. = 10 m

H<sub>1</sub> = Distancia de elevación de la carga respecto al cuerpo en metros. = 0

H<sub>2</sub> = Altura del desnivel vertical del recorrido en metros. = 0

Calculo tipo: enfermera circulante:

$$E = 2 * 10 * (0,049 + 0,049) + 1 * (0,35 + 0,09)$$

$$E = 2,40 \text{ Kcal. / h}$$

Los factores  $K_{T,vuelta}$ ,  $K_{T,ida}$ ,  $K_L$ ,  $K_B$ ,  $H_2$ ,  $K_s$ ,  $K_D$ , son determinados a través

de la tabla de consumo de calorías según la carga desplazada del anexo nº 5.

**2.4.7 Carga Física Final**

Tabla 2.36 Carga física final.

	Tabla nº 2.36. Concepto de las cargas en Kcal./h.						
Equipo médico	Estática postural	Desplazamientos	Esfuerzo muscular	Transporte y elevación	Metabolismo basal	TOTAL	
Neurocirujano	12,62	0,14	178			190,76	
Residente de Neurocirugía	25,90	0,48	178			204,38	
Anestesiólogo	7,68	0,53	66			74,21	
Residente de Anestesiología	5,11	1,05	66			72,16	
Circulante de Anestesiología	2,23	4,8	66			73,03	
Enfermera Instrumentista	6,56	1,02	134,70			142,28	
Circulante de Cirugía	2,41	4,80	145,40	480		632,21	

A

l analizar las principales componentes de la carga física total a la que se encuentran expuestos cada uno de los miembros del equipo médico que labora

dentro del quirófano de neurocirugía del Hospital J. M. De los Ríos se puede evidenciar que las personas que se encuentran sometidas a mayor carga estática son el residente de neurocirugía consumiendo 25,90 kilocalorías por hora trabajada durante la jornada y el neurocirujano con un consumo de 12,62 Kcal./h, mientras que la circulante de cirugía realiza la menor carga estática con un consumo de 2,23 Kcal./h.

Las cargas por desplazamiento son mayores en las circulantes de anestesiología y de cirugía ambas con un gasto energético de 4,80 kilocalorías por hora trabajada por lo que puede decirse que estas dos profesionales son las que mayor cantidad de desplazamientos realiza. Las menores carga por desplazamientos son las ejecutadas por el neurocirujano el cual emplea 0,14 Kcal./h. y el residente de neurocirugía con un consumo de 0,48 Kcal./h, lo que indica que es el neurocirujano el que posee menor capacidad de desplazarse durante una intervención.

Los mayores esfuerzos musculares son los realizados por el neurocirujano y el residente de neurocirugía los cuales emplean 178 kilocalorías por hora de trabajo. Los pesos y cargas que deben ser transportados durante la intervención se consideraron son mínimas para la circulante de anestesiología, sin embargo la circulante de cirugía debe cargar y transporta un peso considerable por lo que esta profesional que realiza mayores cargas por concepto de transporte y elevación, empleando 480 Kcal./h.

En términos generales la circulante de cirugía es la que presenta mayor carga física total reportando un valor de 632,21 Kcal/hora.

El valor recomendado del gasto energético o metabolismo de trabajo para la mayoría de los puestos es de 250 Kcal/hora =2000 K cal/jornada (Ferrer, et al 1995). La circulante de cirugía supera este valor recomendado, esto se debe a que su labor exige, desplazamientos continuos, manipulación de cargas como por ejemplo el instrumental quirúrgico y permanencia de pie durante casi toda su jornada, todos estos factores confluyen sobre este puesto de trabajo generando este valor fuera del rango.

#### **2.4.7. Riesgos.**

El área quirúrgica es una zona donde se presentan gran cantidad de situaciones de alto riesgo, que pueden acabar en accidentes de diversa índole. El trabajo del equipo médico depende de diversos factores que intervienen de forma directa en el buen desempeño de las actividades que se realizan dentro del quirófano, entre estos encontramos:

**Relativos al paciente.** Todos aquellos factores producidos por el estado de inconciencia, de absoluta indefensión, por la falta de capacidad refleja, que hacen que el paciente dependa netamente del equipo humano y tecnológico que labora dentro del quirófano.

**Relativos al equipo humano.** Estos factores son determinados por la tensión, la responsabilidad y riesgos a los cuales se encuentra sometido el equipo médico durante todo el proceso.

**Relativos al equipamiento.** Se producen por posibles fallas aleatorias inesperados, por averías y fallos de mantenimiento.

**Relativo a las instalaciones fijas.** Estos factores son producidos por fallas aleatorias, por fallas de mantenimiento o por mala instalación del sistema de suministro de energía, alumbrado, sistema de gases, sistema de vacío o succión. Se encuentran vinculados con la probabilidad del buen funcionamiento de las instalaciones, es decir, la fiabilidad como principal criterio.

**Relativos al espacio físico (infraestructura).** En este punto existe la interrelación de factores, la particularidad de los actos, la inseguridad de los mismos y del equipamiento. Además intervienen aquí la falta o falla del sistema de aire acondicionado, ventilación, climatizado y esterilizado, temperatura, humedad relativa, generación de atmósferas inadecuadas, explosivas, cargas electrostáticas indebidas, etc.

#### ***Riesgos de accidentes:***

- Heridas en las piernas y tobillos causados por caídas o golpes con objetos, como por ejemplo instrumental médico.

- Resbalones, tropezones y caídas por pisos mojados o por obstáculos que perturben la movilización del personal en especial en casos de emergencias.
- Laceraciones y cortadas por objetos afilados, especialmente cuando se utilizan agujas, jeringas y bisturís.
- Quemaduras y salpicaduras por esterilización caliente de equipos.
- Choques eléctricos por defectos o inadecuado aterramiento de los equipos, o equipamiento con defectos de aislamiento eléctrico.
- Agudos dolores de espalda ocasionados por inadecuadas posiciones del cuerpo cuando deben levantar al paciente.

***Riesgos físicos:***

- Exposición de radiación por rayos X

**Riesgos químicos:**

- Exposición a drogas anestésicas como por ejemplo N<sub>2</sub>O, halotano, etilo de bromuro, etilo cloruro, éter, metroxifluretano, etc.
- Alergias de la piel, irritación y dermatosis, motivado por el frecuente uso de jabones, detergente y desinfectantes quirúrgicos.
- Irritaciones de los ojos, nariz y garganta, ocasionadas por exposición a gases y aerosoles que son transportados en el aire o por contacto con gotas provenientes del agua del lavado y líquidos de limpieza.
- Envenenamiento crónico causado por largos periodos de exposición a medicamentos, fluidos de esterilización, gases anestésicos, etc.
- Alergias al látex causado por la exposición al látex natural de guantes o otros tipos de látex contenidos en otros dispositivos médicos.

***Riesgos biológicos:***

- Infecciones debido a la exposición de sangre, fluidos corporales o tejidos contaminados principalmente por enfermedades como HIV,

hepatitis B y hepatitis C.

- Riego de contraer una enfermedad contagiosa como resultado de un pinchazo con una jeringa, como por ejemplo: infecciones por hepatitis, sífilis, malaria, tuberculosis, etc.
- Posibilidad de contagiarse las palmas de las manos y los dedos por herpes.
- Incremento de riesgos de abortos espontáneos.
- Riesgos por factores ergonómicos, sicosociales y organizacionales.
- Fatiga y dolor en la parte baja de la espalda al levantar pacientes y por mantener durante largos periodos de trabajo la misma postura.
- Estrés por tener a cargo muchos pacientes.
- Problemas en las relaciones interpersonales con el trato con superiores y los demás miembros del equipo médico.
- Inconfort por horarios, turnos y pausas tomadas en las jornadas de trabajo.
- Deficiencia en el suministro e insumos necesarios.

### **CAPÍTULO 3. NORMAS**

Los establecimientos hospitalarios deben ser proyectados y diseñados bajo requerimientos específicos, con los cuales se podrá garantizar al usuario el servicio que requiere. En Venezuela el diseño y construcción de entes públicos o privados destinados a la atención de la salud se encuentran sujetos bajo las normas COVENIN y a las especificaciones impuestas por el Ministerio de Salud y Desarrollo Social, mediante decretos publicados en gaceta oficial.

Dedicaremos este capítulo a la inspección del quirófano número siete del "Hospital J. M. de los Ríos", en función de la normativa existente en el país. Para ello se ha utilizado la norma COVENIN 2339-87. Clínicas, Policlínicas, Hospitales Privados. Clasificación y los requerimientos arquitectónicos funcionales del servicio de quirófanos de los establecimientos de salud médico asistenciales públicos y privados, emitidos por el Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Gaceta Oficial de La Republica de Venezuela. Número 36.574. Caracas, miércoles 4 de Noviembre de 1998.

#### **3. 1. Disposiciones Generales.**

Se evaluarán las especificaciones de las normas y de los decretos de la gaceta ya nombradas en cuanto a: ubicación del quirófano, dimensiones de la sala de cirugía, paredes, piso, techos, ventanas, ventilación, climatización, electricidad, gases medicinales, puertas, pasillos y separación de áreas.

Especificaciones	Observaciones
<p>Ubicación del quirófano:</p> <p><i>Artículo 5° del Capítulo III, Condiciones de Ubicación, Acceso y Relaciones Funcionales publicado en Gaceta Oficial.</i> La ubicación del servicio de quirófanos de acuerdo con las características del desarrollo constructivo de la edificación, estará condicionado a: en edificaciones verticales debe estar a una altura no mayor de 10 metros con respecto al nivel de acceso al establecimiento. En aquellas edificaciones donde se ubique a una altura superior a la indicada, se debe contar con un mínimo de dos (02) ascensores monta camillas.</p>	<p>El quirófano se encuentra ubicado en el piso 7 del edificio, en una altura superior a 10m.</p> <p>Existen dos ascensores, los cuales no están restringidos por ello visitantes, personal y pacientes hacen uso de los mismos.</p> <p>Ambos poseen espacio para ingresar una camilla.</p>

Especificaciones	Observaciones
Dimensiones de las salas de cirugía:	
<p><i>Parágrafo segundo del Artículo 15 Capítulo V, De la Conformación de las Unidades publicado en Gaceta Oficial.</i> En los quirófanos para cirugías especiales tales como trasplantes, cirugía cardiovascular, neurología, traumatología y emergencias, el área mínima será de 30,0 m<sup>2</sup>. con un ancho no menor de 5,0 m</p>	<p>El área es de 23 m<sup>2</sup>. aproximadamente y la dimensión menor es de 4,90 m</p>
Paredes, pisos y techos:	
<p><i>Artículo 8° del Capítulo IV, Requerimientos especiales publicado en Gaceta Oficial.</i> En todos los ambientes ubicados en área restringida, así como en las áreas de recuperación quirúrgica se debe utilizar techos de plafond liso, sin juntas con suspensión invisible. Así mismo sobre el techo de dichos ambientes no podrá colocarse ningún tipo de instalación sanitaria.</p>	<p>El techo está cubierto por un cielo raso liso sin juntas.  No existen instalaciones sanitarias sobre el techo ya que el quirófano está ubicado en el último piso del edificio.</p>

Especificaciones	Observaciones
<p><i>Artículo 9° del Capítulo IV, Requerimientos Espaciales, publicado en Gaceta Oficial.</i> Los acabados a utilizar a nivel de pisos y paredes deben ser mates de colores claros, completamente lisos, impermeables y fácilmente lavables, con bordes redondeados que impidan la acumulación de polvo. Los pisos del área restringida y de recuperación deben incluir en su composición aditivos bacteriostáticos y el piso de los ambientes de los quirófanos debe ser de material conductivo.</p>	<p>Las paredes se encuentran recubiertas de baldosas de cerámicas de 0,11 x 0,11 m, con un color verde pastel mate de poca reflectividad, las mismas son fácilmente lavables así como resistentes a este proceso.</p> <p>El piso es de vinil (material conductivo) las placas son de 0,30 x 0,30 m.</p> <p>Las paredes entre si poseen redondeo.</p> <p>Las uniones entre techo y paredes, son redondeadas excepto en una de ellas donde se encuentra un viga de corona.</p> <p>No existe redondeo en las uniones entre el piso y las paredes.</p>
<p><i>Artículo 10° del Capítulo IV, Requerimientos Espaciales publicado en Gaceta Oficial.</i> La altura mínima libre en el ambiente del quirófano debe ser de 3,0 m entre el piso y el plafond y de 4,0 m entre el piso y la losa del techo o entrepiso.</p>	<p>La altura libre entre el piso y el cielo raso es de 2,68 m.</p> <p>Entre el piso y la losa del techo 3,68 m.</p>

Especificaciones	Observaciones
<p>Ventanas:</p> <p><i>Artículo 17 del Capítulo VII, Condiciones Ambientales publicado en Gaceta Oficial.</i> En los ambientes ubicados en área restringida así como en el ambiente de recuperación quirúrgica, no podrán existir ventanas.</p>	<p>En las áreas restringidas si existen ventanas pero las mismas están selladas.</p>
<p>Sistemas de ventilación:</p> <p><i>Artículo 19 del Capítulo VII, Condiciones Ambientales, publicado en Gaceta Oficial.</i> Los ambientes de quirófanos y recuperación quirúrgica deben dotarse de un sistema independiente de aire acondicionado, con filtros de 90% de pureza y sistema de extracción, cuya rejilla se colocará a una altura no mayor de 0,40 m sobre el nivel del piso acabado. La presión será positiva.</p>	<p>Existe presión positiva. La rejilla de extracción se encuentra a 0,31 m sobre el nivel piso. Los filtros utilizados son del tipo estándar.</p>

Especificaciones	Observaciones
Climatización:	
<p><i>Artículo 16 del Capítulo VII, Condiciones Ambientales, publicado en Gaceta Oficial.</i> En los ambientes ubicados en área restringida así como en el ambiente de recuperación quirúrgica la temperatura debe oscilar entre 16 ° C y 20 ° C.</p>	<p>La temperatura permanece constante en 20° centígrados.</p>
Electricidad:	
<p><i>Artículo 18 del Capítulo VIII, Instalaciones publicado en Gaceta Oficial.</i> Las instalaciones deben dotarse de puntos eléctricos de 110 V y 220 V conectadas al sistema preferencial de emergencia y aterradas de forma independiente, en la forma siguiente:  a-110 V 4 Tomas por quirófano.  b-220 V 2 Tomas por quirófano. (1 Toma para Rayos X por quirófano).  Dichas tomas deben colocarse a una altura mínima de 1,20 m y deben poseer tapas protectoras.</p>	<p>Existen:  Ocho tomas de corriente de 110 V, cuatro de ellas ubicadas a una altura aproximada de 0,41 m con respecto al piso, con tapa antiexplosiva (no operativas) y las cuatro restante a una altura de 1,33 m (operativas).  Una toma de corriente de 220 V con tapa protectora. Ubicada a 0,55 m y otra de 110V a 1,44 m del piso (operativas).</p>

Especificaciones	Observaciones
<p>Gases medicinales:</p> <p><i>Artículo 20 Capítulo VIII, Instalaciones, publicado en Gaceta Oficial.</i> Debe existir un sistema de gases medicinales succión y aire comprimido, distribuidos de la siguiente forma:</p> <p>a- Ubicados en el techo del Quirófano:</p> <p>1 Toma de oxígeno</p> <p>1 Toma de óxido nitroso y / o aire medicinal</p> <p>1 Toma de succión de techo.</p> <p>b- Ubicados en la pared:</p> <p>1 Toma de oxígeno</p> <p>1 Toma de óxido nitroso y / o aire medicinal</p> <p>1 Toma de succión.</p>	<p>En el techo se encuentran tres tomas: vacío, óxido nitroso y aire.</p> <p>En una de las paredes se encuentra una toma de succión y una de aire, en otra pared se encuentra una toma de oxígeno.</p>

Especificaciones	Observaciones
Puertas y Pasillos:	
<p><i>Artículo 6° del Capítulo IV, Requerimientos Espaciales publicado en Gaceta Oficial.</i> Los pasillos de circulación deben tener un ancho mínimo de 2,0 m para el libre tránsito de las camillas.</p>	<p>Los pasillos de circulación para el personal y las camillas miden 1,60 m.</p>
<p><i>Artículo 7° del Capítulo IV, Requerimientos Espaciales publicado en Gaceta Oficial.</i> Todas las puertas de entrada y salida de pacientes en camilla deben tener un ancho mínimo de 1,60 m deben ser tipo vaivén, con visor y protector de camillas.</p>	<p>La puerta es de tipo vaivén de dos hojas, con visor y protector para camillas, posee un ancho de 1,72 m.</p>

Especificaciones	Observaciones
<p>Separación de Áreas:</p>	
<p><i>Artículo 3° del Capítulo III, Condiciones de Ubicación, Acceso y Relaciones Funcionales, publicado en Gaceta Oficial.</i> El servicio de quirófanos debe tener una relación de tránsito directa con los servicios de emergencia y medicina crítica.</p>	<p>Existe relación de tránsito del quirófano con el resto de la institución, por medio de dos ascensores, los cuales se utilizan tanto para pacientes como para el público en general sin existir restricción de alguno de ellos.</p>
<p><i>Artículo 4° Capítulo III, Condiciones de Ubicación, Acceso y Relaciones Funcionales Gaceta Oficial.</i> El acceso al servicio de quirófanos de acuerdo con las características del desarrollo arquitectónico de la edificación, estará condicionado: en edificaciones verticales debe contar con ascensores para camillas de uso restringido para pacientes y personal, dotado con mecanismos de comunicación interna que permitan su uso preferencial en casos de emergencia.</p>	<p>No existe un ascensor de uso restringido. No existe mecanismo de comunicación interna dentro del ascensor.</p>

### 3.2. Iluminación.

La iluminación para quirófanos se encuentra normalizada por COVENIN 2249, en la que se establece los niveles de iluminación según la actividad realizada en un puesto de trabajo en particular.

ACTIVIDAD	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Realización de actividades visuales que requieren exactitud por periodos prolongados	5000	7500	10000

Tabla n° 3.1 Niveles de iluminación para actividades en interiores.

Actividades	Nivel de Iluminación [ lux]			TIPO
	Bajo	Medio	Alto	
Áreas de operaciones, partos recuperación, laboratorios y servicios.	500	750	1000	General
Iluminación en tareas quirúrgicas	5000	7500	10000	General y Local
Mesa de operaciones	27000	---	---	General y Local
Quirófano	1000	1500	2000	General.

Tabla n ° 3.2 Niveles de iluminación para interiores destinados a uso comercial o instituciones públicas

Procedimiento simplificado de medición para áreas interiores.

Para determinar los niveles de iluminación en cada puesto de trabajo se utilizó el procedimiento recomendado por la norma COVENIN 2249.

a) Se hace una medición con la iluminación general, local y suplementarias encendidas.

Se hace una medición con la iluminación general únicamente. Las lecturas deben hacerse con el usuario de la iluminación en la posición normal de su actividad y el instrumento debe ubicarse de manera que la superficie de medición se encuentre en el plano de trabajo, en el punto de visión más crítico en una posición horizontal, vertical o inclinada según sea el caso.

Ecuaciones a usar para el cálculo del área rectangular con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas:

$$E = \frac{R*(N-1)*(M-1) + Q*(N-1) + T*(M-1) + P}{N * M}$$

Donde:

E: Iluminancia en Lux.

N: Número de luminarias por filas.

M: Número de filas.

R, Q, T y P: depende de la disposición de las luminarias.

$$R = \frac{1}{4} * \sum r_i \quad , \quad Q = \frac{1}{4} * \sum q_i \quad , \quad T = \frac{1}{4} * \sum t_i \quad , \quad P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

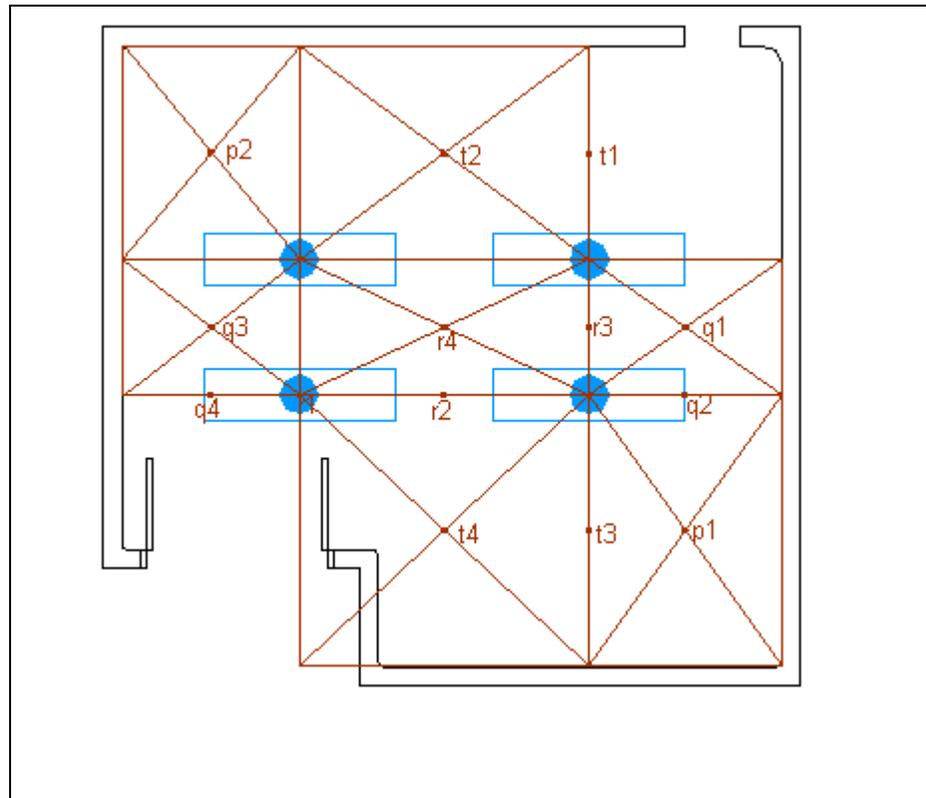


Figura n° 3.1 Plano de mediciones del nivel de iluminación general.

Los niveles de iluminación presentes en el quirófano se determinaron por medio de un luxómetro marca Hagner el cual posee una escala cuyos factores de medición van desde los 0.1 a los 100 lux. (ver anexo n°6).

Las mediciones realizadas, se especifican en el anexo n° 7 Para cada variable a calcular se tomaron cinco mediciones correspondientes.

Cálculos tipo:

$$R = \Sigma r / 4 = (682+541+421+410) / 4 \Rightarrow R = 513,5$$

$$Q = \Sigma q / 4 = (516+397+601+369) / 4 \Rightarrow Q = 470,75$$

$$T = \Sigma t / 4 = (406+540+399+362) / 4 \Rightarrow T = 426,75$$

$$P = \Sigma p / 2 = (208+208) / 2 \Rightarrow R = 208$$

$$E = ( 513,5 + 470,75 + 426,75 + 208 ) / 4 \Rightarrow E = 404,75$$

Lux de iluminación general.

Al comparar el valor de E obtenido con los rangos para áreas de operaciones, partos recuperación, laboratorios y servicios, podemos notar que está por debajo del menor nivel estipulado por la norma que es: 500 LUX, lo que indica que la iluminación general es deficiente.

Para el caso del puesto de trabajo del cirujano se tomaron medidas de los niveles de iluminación arrojando los siguientes resultados:

Puesto de trabajo	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Cirujano	9008	10026	15008

Tabla n ° 3.3 Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo del Neurocirujano. Lámpara cialítica

Este puesto de trabajo presenta una iluminación deficiente ya que los niveles de iluminación obtenidos no alcanzan el valor de 27000 LUX requerido sobre la mesa de operaciones. Es importante acotar que la lámpara cialítica presenta vencido el sello de la tapa de protección, que traen los bulbos, a su vez la estructura de la misma resulta robusta y pesada, además que tres de los bulbos están averiados, es por ello que para mejorar las condiciones del puesto de trabajo del Neurocirujano en cuanto a iluminación se refiere, es recomendable introducir una lámpara cialítica que proporcione los niveles adecuados.

En el caso de la enfermera instrumentista, esta puede ubicar su puesto de trabajo en dos posiciones dentro del quirófano la misma presenta según la configuración de su puesto dos planos de trabajo, la mesa de mayo y la mesa del instrumental.

En cada posición que adopta esta enfermera se realizaron mediciones de los niveles de iluminación, dichas posiciones se muestran en las figuras n° 3.2 y n° 3.3 respectivamente:

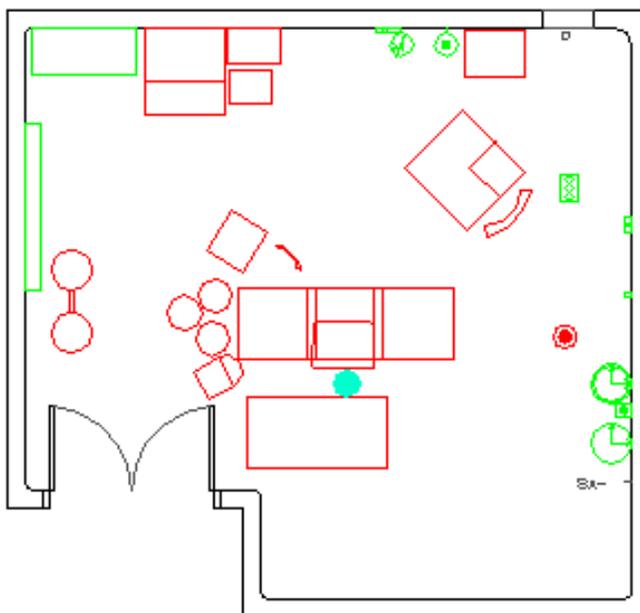


Figura n° 3.2 Plano de ubicación de la enfermera instrumentista en la posición 1

Puesto de trabajo	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Enfermera Instrumentista	625	720	731

Tabla n° 3.4 Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 1. Plano de trabajo mesa de mayo.

Puesto de trabajo	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Enfermera Instrumentista	567	604	630

Tabla n° 3.5 Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 1. Plano de trabajo: mesa del instrumental

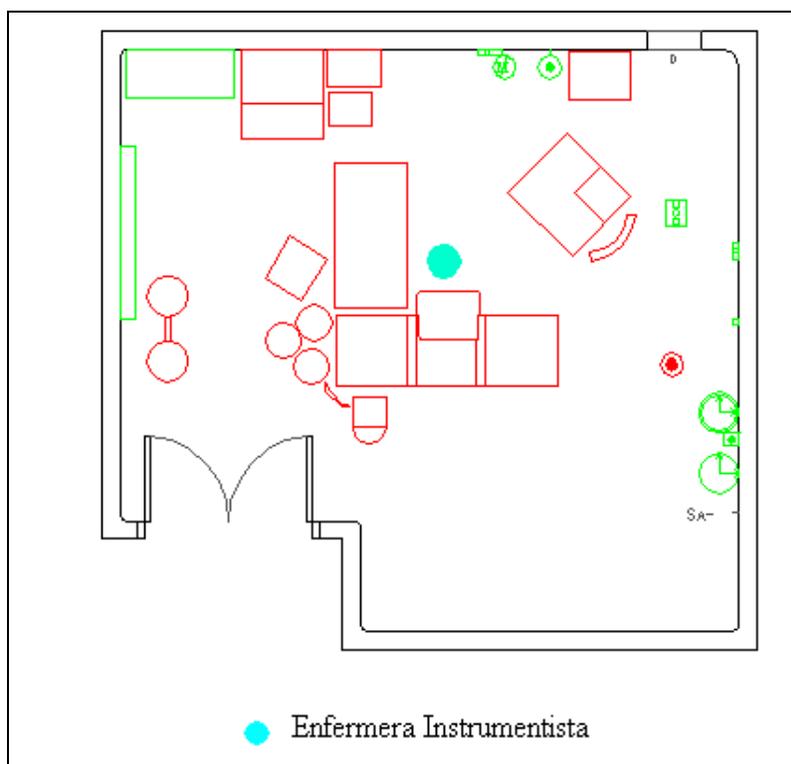


Figura n° 3.3 Plano de ubicación de la enfermera instrumentista en la posición 2

Puesto de trabajo	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Enfermera Instrumentista	549	635	643

Tabla n° 3.6 Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 2. Plano de trabajo mesa de mayo.

Puesto de trabajo	Nivel De Iluminación [lux]		
	Bajo	Medio	Alto
Enfermera Instrumentista	507	545	588

Tabla n° 3.7 Niveles de iluminación medidos en el puesto de trabajo de la enfermera instrumentista. Posición 2. Plano de trabajo: mesa del instrumental.

Se dice que hay una iluminación adecuada cuando los niveles medidos se encuentran próximos al nivel medio de iluminación que exige la norma. Si nos detenemos a observar las mediciones obtenidas y las comparamos con los niveles establecidos, es evidente que la enfermera instrumentista en cualquiera de las posiciones que puede adoptar en su puesto de trabajo no cuenta con la iluminación adecuada para el tipo de trabajo que esta realiza.

### **3.3. Sistemas Eléctricos.**

Los sistemas eléctricos dentro de un quirófano se encuentran bajo la norma COVENIN 200 (Código Eléctrico Nacional) en los que se estipula las condiciones mínimas que debe presentar una instalación de asistencia médica y locales de anestesia clasificados como no peligrosos. En el caso particular de los quirófanos encontramos:

En áreas como quirófanos, lo ideal es que todas las canalizaciones metálicas y todas las partes conductoras de equipos fijos o portátiles que no transporten corriente se encuentren conectadas a tierra. Es también deseable que los sistemas eléctricos cuenten con dispositivos de control y protección contra sobrecorriente que permitan el monitoreo de las líneas de alimentación de tal forma que indiquen posibles fugas de corriente, sobre carga o fallas en alguno de los equipos, de tal manera que estos puedan ser identificados y aislados del sistema. En el quirófano en estudio, no se evidencia una clara conexión a tierra de los equipos, de igual manera no existe la certeza de que dicho establecimiento cuente con sistema de aterramiento en el piso tal y cual exigen las normativas. Lo que respecta a los sistemas de protección de línea, en la entrada del quirófano existe un panel de monitoreo de línea el cual no se encuentra en optimas condiciones puesto que ocurren accionamiento de alarmas sin razón aparente, sin mencionar que los indicadores de tensión no se encuentran claramente identificados.

La mayoría de las notas expuestas anteriormente muestran pequeñas incongruencias de lo observado con las normas establecidas para las salas de cirugía mayor, sin embargo se debe tomar en cuenta que la estructura del Hospital

no fue creada para tal fin y que las medidas tratan en su mayoría de acercarse a las especificaciones que exige la norma.

Especificaciones	Observaciones
<p>Artículo 517-11. Puesta a tierra.</p> <p>a) Tomacorrientes y equipos eléctricos fijos. En lugares usados para el cuidado de pacientes, todos los tomacorrientes y las superficies conductivas de los equipos fijos, los cuales no transportan corriente, pero que pueden estar energizados operados con tensiones mayor de 100 V y que están al alcance de personas, deben ser puestos a tierra por un conductor de cobre aislado, instalado junto con los conductores del circuito ramal que alimentan estos tomacorrientes.</p> <p>b) Equipos conectados por medio de cordón y enchufes. Deben ser puestos a tierra las partes conductivas descubiertas, que transporten corriente, de equipos conectados por medio de cordón y enchufe, y que sean usados en áreas de cuidado de pacientes y operen con tensiones mayores a 100 V.</p>	<p>Entre el equipamiento fijo existente dentro del quirófano no se evidencia ninguna conexión a tierra según lo establecido en la norma.</p> <p>Lo que se refiere a los equipos conectados por medio de enchufes, estos no presentan partes descubiertas que transporten corriente, sin embargo no existe una certeza de que las conexiones presenten línea a tierra.</p>

Especificaciones	Observaciones
<p><i>Artículo 517-13. Tomacorrientes con terminal de puesta a tierra aislado.</i> Los tomacorrientes con puesta a tierra aislados, deben ser identificados. Tal identificación debe ser visible después de su instalación. Estos tomacorrientes o los equipos alimentados por ellos no se instalarán en la vecindad del paciente dentro del área de cuidado crítico.</p>	<p>Los tomacorrientes presentes en el quirófano no presentan ningún tipo de identificación, por lo que a simple vista no se puede determinar si las tomas existentes presentan conexión a tierra</p>
<p><i>Artículo 517-103. Puesta a tierra.</i> En cualquier área de anestesia se conectarán a tierra todas las canalizaciones metálicas y todas las partes conductoras de equipos fijos o portátiles que no transportan corriente.</p>	<p>El equipamiento presente en el área del quirófano no presentan una conexión a tierra clara e identificada</p>

## CAPITULO 4. PROPUESTAS DE DISEÑO

### 4.0. Introducción.

En este capítulo se establecen los requerimientos del diseño en base a las investigaciones y se establecen propuestas de diseños en base a los aspectos críticos determinados según la evaluación.

Estos aspectos críticos son:

Obstáculos:

- Conexiones eléctricas.
- Succión.
- Conexiones paciente-máquina de anestesia.

Planos de trabajo:

- Posturas.

Confort ambiental

- Iluminación
- Ambiente cromático.

### 4.1. Requerimientos de Diseño

Del estudio realizado en los capítulos 2 y 3 se obtuvieron las siguientes especificaciones de ingeniería, las cuales engloban los aspectos críticos antes mencionados.

Obstáculos:

Conexiones Eléctricas:

- I. Debe cumplirse lo establecido según gaceta oficial de la República de Venezuela del Miércoles 4 de Noviembre de 1998, artículo 18 el cual establece lo siguiente: Las instalaciones deben dotarse de puntos eléctricos de 100 y 220 voltios, conectadas al sistema preferencial de emergencia y aterrados de forma independiente:

- 110 voltios 4 tomas por quirófano.
- 220 voltios 2 tomas por quirófano.

Ubicadas a una altura mínima de 1,20 m y deben poseer tapas protectoras.

- II. Los tomacorrientes deben superar en número a la cantidad de equipos que se conecten en el quirófano, así como el tipo de acceso al tomacorriente debe ser el mismo en cada uno de ellos.
- III. Los cables y los tomacorrientes deben disponerse de forma tal que su acceso y manipulación sea fácil, sobre todo en situaciones de emergencia, además su disposición no debe interferir en la movilidad del equipo médico y su ubicación no debe permitir que el personal adopte posturas forzadas.
- IV. La instalación de los tomacorrientes y cableado debe estar colocado de tal forma que sea posible para el personal de mantenimiento acceder a ellos al momento de una revisión o reparación.
- V. Los cables utilizados para el suministro eléctrico de los equipos deben estar alejados de las zonas asépticas, y del personal con indumentaria estéril.

Succión:

- I. El envase recolector debe ubicarse a la altura comprendida entre 1,50 y 1,61 m, tal que se encuentre al nivel de los ojos. (rango establecido según tablas de datos antropométricos según medidas de Kroemer).
- II. El acceso para el cambio del envase recolector debe ser fácil y rápido, el ducto y el envase recolector deben estar dispuestos de tal forma que no corran el riesgo de presentar fugas por ruptura, que coloquen en riesgo la asepsia requerida.
- III. El nivel de presión está en el rango de 0 a 200 mmhg.
- IV. Debe ser fácil manipular el ducto flexible de la succión y su disposición no debe interferir con la movilidad del personal dentro del quirófano

- V. El personal de mantenimiento debe tener garantizado el acceso al sistema de succión en el momento de avería o verificación.
- VI. El ducto flexible debe ser sencillo de acoplar y desacoplar ya que el mismo es esterilizado antes y después de cada intervención.

*Conexión paciente-máquina de anestesia.*

- I. La longitud de los cables de monitoreo de signos vitales que parten de la máquina de anestesia hasta el paciente no deben superar los 2.5 m, ya que si su longitud es superior la transmisión de la señal pierde fidelidad.
- II. La ubicación de los cables conectados al paciente debe ser de forma tal que interfieran lo menos posible en el tránsito e impida al personal contaminar su vestimenta estéril
- III. La conexión, manipulación y ubicación de los cables debe ser de forma tal que su acceso sea fácil en momentos de emergencia.
- IV. Cualquier modificación introducida a la disposición de los cables de conexión paciente máquina de anestesia no debe afectar el buen funcionamiento de la misma.

Planos de Trabajo:

*Posturas.*

- I. Las posturas adoptadas no deben permitir contaminación alguna del la indumentaria estéril del personal, así como de las zonas asépticas dentro del quirófano.
- II. Para el trabajo realizado por el cirujano, ayudantes de cirugía y la enfermera instrumentista, se debe considerar que la altura del plano de trabajo medido desde sus pies hasta el plano donde se realiza el trabajo, será para los hombres de 1,00 a 1,10m y para las mujeres de 0,95 a 0,105m.

Confort Ambiental:

*Iluminación:*

Se debe cumplir la norma COVENIN 2273-91 principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo, sección 4 PRINCIPIOS RECTORES GENERALES, Concepción de Ambiente de Trabajo.

La iluminación para quirófanos se encuentra normalizada por COVENIN 2249, en la que se establece los niveles de iluminación según la actividad realizada en un puesto de trabajo en particular:

- El nivel mínimo de iluminación general y local, para tareas quirúrgicas será 5000 Lux.
- El nivel mínimo requerido sobre la mesa de operaciones será 27000 Lux.
- El nivel mínimo para la iluminación general del quirófano es 1000 Lux.

Ambiente Cromático.

Según lo especificado en Gaceta Oficial De La Republica De Venezuela. Número 36.574. Caracas, miércoles 4 de Noviembre de 1998, se tomará lo indicado al respecto como sigue:

- Los colores deben ser mate y claros.
- Los colores pasteles a utilizar deben ser azul y verde con la intención de transmitir tranquilidad a los pacientes o incluso blanco que no produce relajación pero pasa desapercibido.

#### **4.2. Generación de Soluciones**

Para obtener propuestas que mejoren el puesto de trabajo de cada uno de los miembros del equipo, es necesario involucrarlos en la generación de soluciones ya que esto complementa el estudio ergonómico.

Para la generación de soluciones se utilizaron técnicas tales como:

- Tormenta de ideas.
- Mapas mentales.
- Cuestionario Round Robin.
- Actividades en grupo con el quipo médico

**Tormenta de ideas:** consiste en la generación de ideas en un ambiente de grupos bajo el principio de la suspensión del juicio o crítica. (ver <http://members.tripod.com>).

**Mapas mentales:** se basa en utilizar la asociación ya que toda simple palabra tiene numerosas conexiones o apuntadores a otras ideas o conceptos. (ver <http://members.tripod.com>).

**Cuestionario Round Robin:** consiste en la aplicación de un cuestionario comprendido por una serie de comentarios en función de los puntos que se desea obtener ideas, pero dejando el final del mismo abierto para ser completados por cada participante, de tal forma que el primero en llenarlo plasma su idea y el siguiente deberá completarla de manera distinta. ( Di Martino,1999)

**Actividades en grupo:** Con la finalidad de involucrar al personal del equipo médico en la generación de soluciones se realizó una experiencia grupal en donde se aplicaron los métodos antes descritos de la siguiente forma:

Se convocaron a participar como mínimo a un representante de cada uno de los puestos de trabajo que conforman el equipo médico, logrando contar con la presencia de tres neurocirujanos, un anestesiólogo, una enfermera instrumentista y una circulante. La dinámica inició luego de una breve exposición de los puntos a trabajar y de los métodos a utilizar, haciendo énfasis en suprimir cualquier enjuiciamiento a las ideas, es decir las mismas deben fluir libremente. Para la generación de ideas, se procedió a utilizar seis esquemas de mapas mentales, con una fotografía colocada en el centro de un papel blanco en formato A3, alusiva al punto por mejorar y una frase clave para indicar lo que se desea obtener (ver figura nº 4.1). Las frases claves utilizadas se listan a continuación:

- Mejorar posturas.
- Ambiente Confortable.
- Eliminar obstáculos.
- Mejorar iluminación.
- Mejorar posturas.

Cada uno de los mapas mentales se alternaron entre los participantes hasta que todos habían propuesto sus ideas, paralelamente si alguno de los participantes ya había culminado el proceso se le suministró el cuestionario petirrojo finalizando así hasta que todos hubieran plasmado sus ideas tanto en el cuestionario como en los mapas mentales. Resulta interesante acotar que con el método de mapas mentales se obtuvieron un mayor número de ideas en comparación con el cuestionario, sin embargo las ideas propuestas en el cuestionario presenta una descripción mas detallada de la idea generada.

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por la actividad grupal y las observaciones, se procedió realizar una tormenta de ideas de las que se tomaron las tres mejores para propuestas para evaluarlas según los criterios de diseño. Cada una de las ideas generadas y su respectivo boceto de indican a continuación.

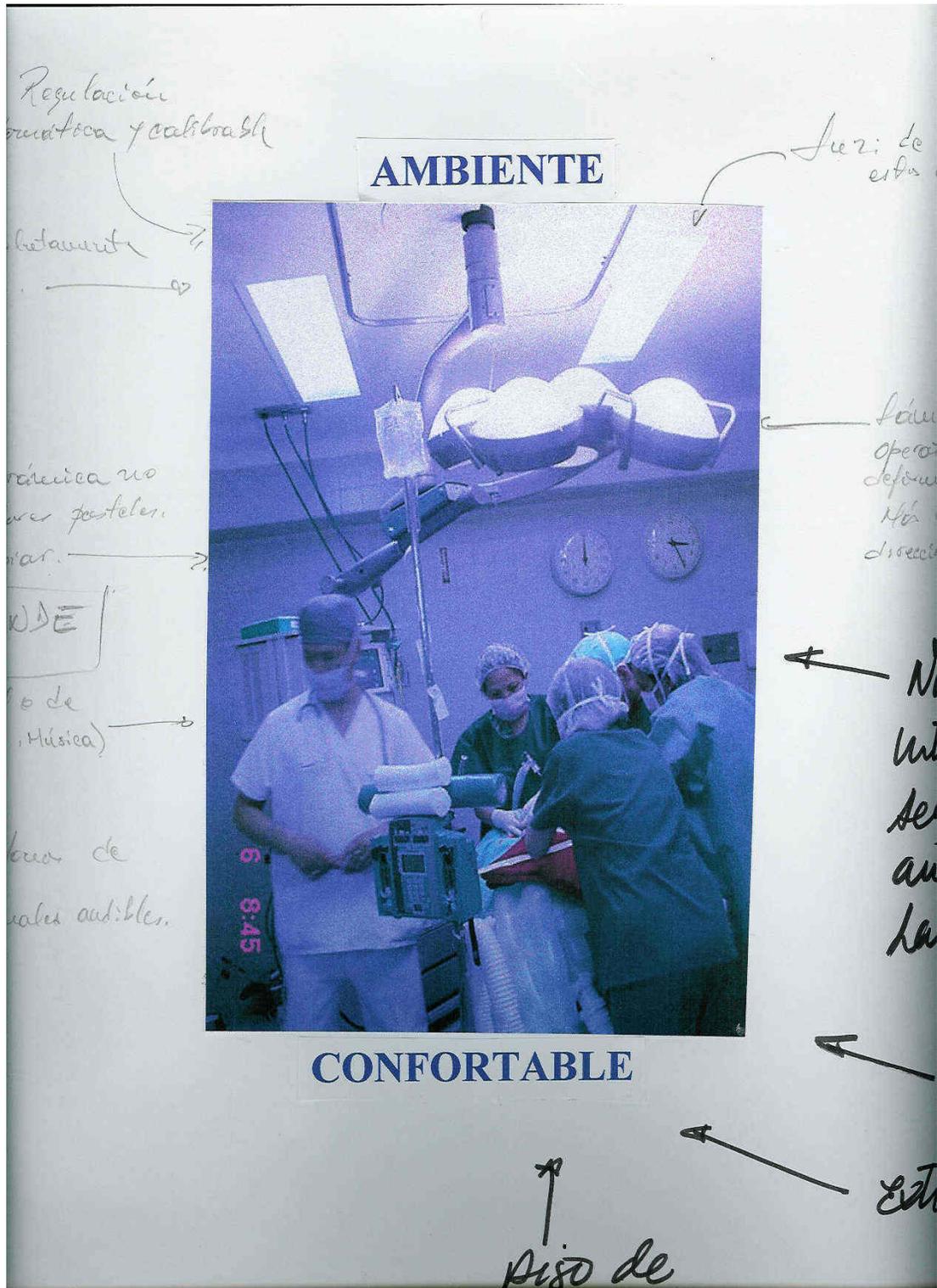


Figura n ° 4.1 Mapa mental

Los criterios de valoración fueron establecidos por medio de un extracto de cada requisito de diseño, los cuales se colocaron en la primera columna de cada tabla, con el mismo orden del punto 4.2.

Mediante la utilización de los criterios nombrados anteriormente se evaluaron cada una de las propuestas planteadas con una escala de valoración del 0 al 5, donde 0 indica que el diseño no cumple con el criterio y 5 indica que cumple a cabalidad. La ponderación de cada criterio esta comprendida en una escala del 1 al 5 donde 1 es el criterio con menos importancia y 5 el criterio con más importancia.

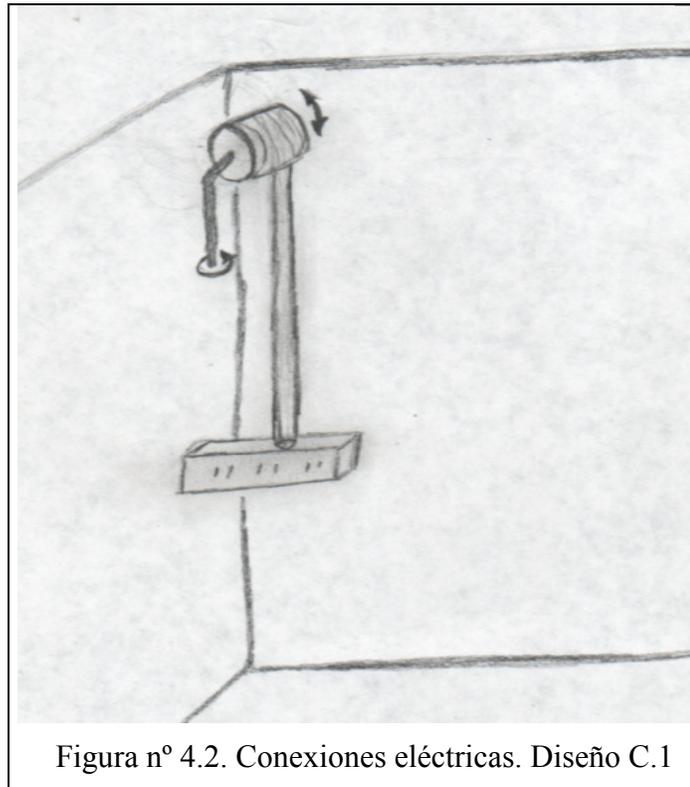
#### 4.2.1. Conexiones eléctricas.

La evaluación de las propuestas planteadas fue realizada mediante la aplicación de los requisitos de diseño, se indica la ponderación de cada uno de ellos así como la puntuación obtenida por las propuestas en función de los criterios ya citados.

Luego de revisar cuidadosamente el nivel de cumplimiento del criterio en cada propuesta resultó que la correspondiente a C.3 obtuvo la mayor puntuación y por tanto se selecciona como propuesta definitiva.

CRITERIO	PROPUESTAS			
	Pond.	C.1	C.2	C.3
1. Tomas a una altura 1,20 m	5	5	5	5
2. n° tomas > n° equipos	4	4	4	4
3. Acceso fácil y movilidad	5	2	3	4
4. Mantenimiento	4	1	1	2
5. Asepsia	5	1	2	3
TOTAL	23	13	15	18

A continuación se presenta la descripción de las propuestas con su respectivo boceto, los cuales fueron realizados durante la sesión de tormenta de ideas:



**C.1:** consiste en una multitoma ubicada en posición inicial al ras del techo, la cual puede bajar desde dicha posición hasta la altura deseada teniendo como altura mínima de ubicación 1,20 m sobre el nivel del piso, por medio del operario de forma manual, la misma puede bajar y subir gracias a un sistema de manilla acoplado a un piñón, que a la vez hace girar una rueda acanalada donde se enrolla o desenrolla el cable de 110V, según sea el sentido de giro.

El sistema de piñón y rueda acanalada se encuentran entre la placa del techo y el cielo raso, el sistema de manivela se encontrara por debajo del mismo, este contará con un sistema de sujeción al piñón que permita retirar la manilla cuando la multitoma se posicione en la altura deseada, de tal manera que esta no perturbe el libre tránsito dentro del quirófano.

La manilla tendrá una longitud vertical de 0,55m desde el punto de

enganche a la punta de la misma.

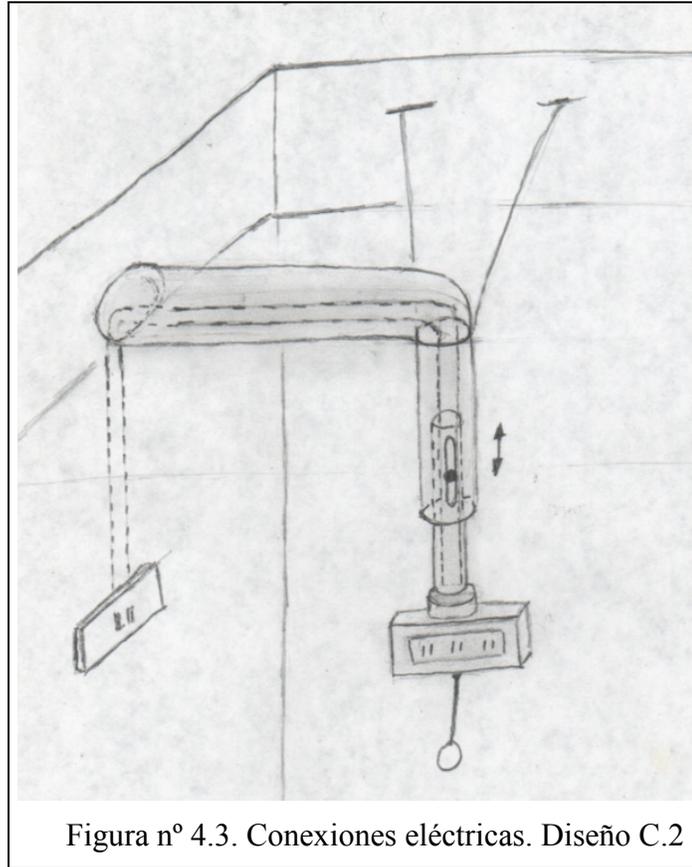


Figura n° 4.3. Conexiones eléctricas. Diseño C.2

**C.2:** consta de varios tubos concéntricos por dentro de los cuales pasan los cables de electricidad, estos tubos formarán una especie de brazo fijo al techo, por medio de una rótula que permita una vez finalizado el uso del brazo, colocarlo paralelo al techo y al ras del mismo, para no estorbar. En la punta del brazo será colocada una multitoma la cual proporcionará corriente a los equipos necesarios. El brazo podrá ser colocado a cualquier altura comprendida entre 1,20 y 2,68m partiendo del piso, este sistema poseerá una vara de sujeción la cual ayudará a bajar el brazo.

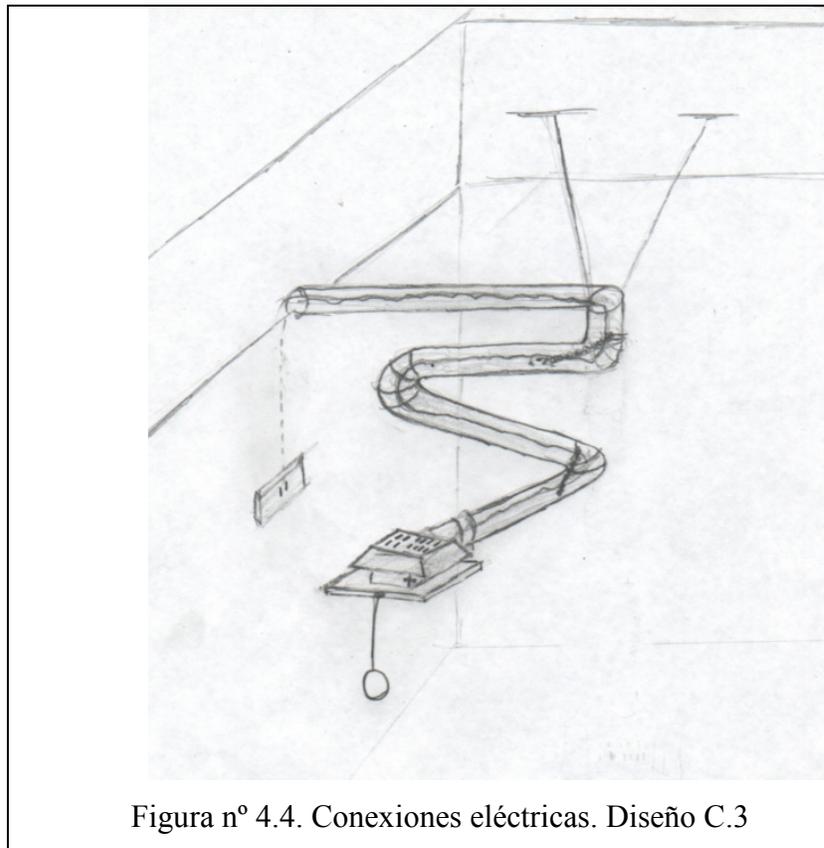


Figura n° 4.4. Conexiones eléctricas. Diseño C.3

**C.3:** formado por una serie de tubos huecos de metal, unidos en sus extremos, permitiendo colocar uno sobre otro al ras del techo para ser guardados, en el momento que se requiera. Este sistema se puede desplegar formando una estructura vertical en cuyo extremo inferior se colocará la multitoma de conexiones eléctricas, esta última se encuentra instalada en una base que está fija al último tubo, brindándole estabilidad a la misma para permitir conectar los equipos con seguridad, la unión entre los tubos se realiza por medio de resortes y articulaciones, el cable tendrá una holgura para permitir las posiciones que tomará el dispositivo mientras sube o baja, una varilla de aluminio de 0,65m de longitud con argolla en su extremo inferior es colocada en la base soporte de la multitoma permitiendo al usuario bajar y subir cómodamente el sistema, de forma tal que sea fácil y rápido acceder al mismo.

**Conexiones maquina de anestesia- paciente.**

De la evaluación realizada a las soluciones planteadas resultó que M.1 obtuvo la mayor puntuación en función de los criterios de diseño aplicados a las soluciones propuestas., en este caso todos los criterios presentan igual ponderación ya que todos son de vital importancia para que se logre obtener una solución adecuada al quirófano y al personal que labora en el mismo.

CRITERIO	PROPUESTAS			
	Pond.	M.1	M.2	M.3
1. Longitud de cables	5	5	5	5
2. Asepsia	5	3	3	2
3. Fácil acceso	5	4	3	2
4. Operatividad de la máquina	5	4	4	4
5.movilidad organizada	5	4	4	3
TOTAL	25	20	19	16

Cada una de las propuestas es descrita a continuación de la forma más concisa posible y se presenta un pequeño boceto del diseño para así tener una visión de lo que se desea hacer.

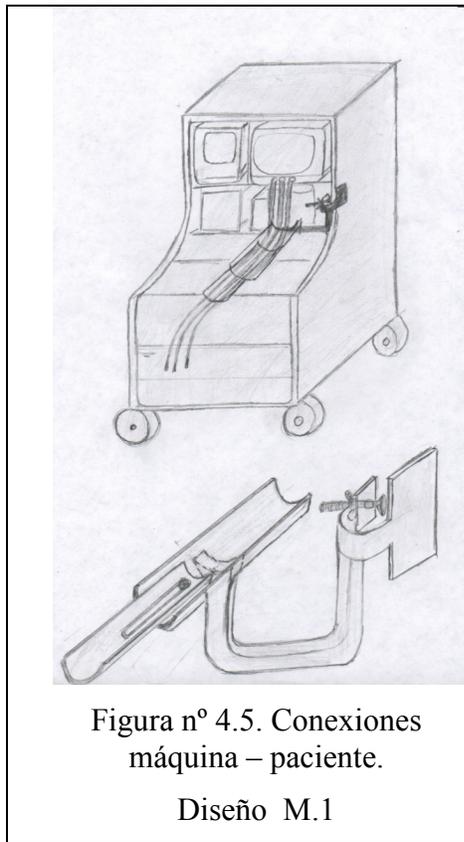


Figura nº 4.5. Conexiones  
máquina – paciente.

Diseño M.1

**M.1:** consiste en un brazo con dos bases en forma de concha semicilíndrica (corte longitudinal del cilindro) que se fijarán de forma concéntrica, las mismas podrán desplazarse una sobre la otra por medio de un agujero con un perno para establecer el tope hasta donde podrá guardarse la concha interna dentro de la concha base. La concha interna puede estirarse hasta una longitud máxima de 0,50 m lo que permite conducir los cables hasta la máquina de anestesia y además poder tenerlos a la vista con un acceso fácil y rápido, dichas conchas se encuentran acopladas a un brazo principal que se fija con una base tipo prensa, mediante un tornillo de ajuste a la estructura del mueble de la máquina de anestesia, el eje principal es de altura regulable, esto permite que al terminar la intervención se pueda guardar el dispositivo.

El brazo es de tubo macizo y el acople con la base de la concha más grande posee un grado de libertad, lo cual permite que las conchas puedan rotar

alrededor del eje barriendo los ángulos comprendidos entre 0 y 180° medidos desde la cara frontal de la máquina de anestesia hacia uno de sus costados. El brazo posee un seguro que permite fijarlo en la posición que el operario desee. El brazo mantendrá una altura máxima menor a la altura que poseen las conexiones del cableado del monitor.

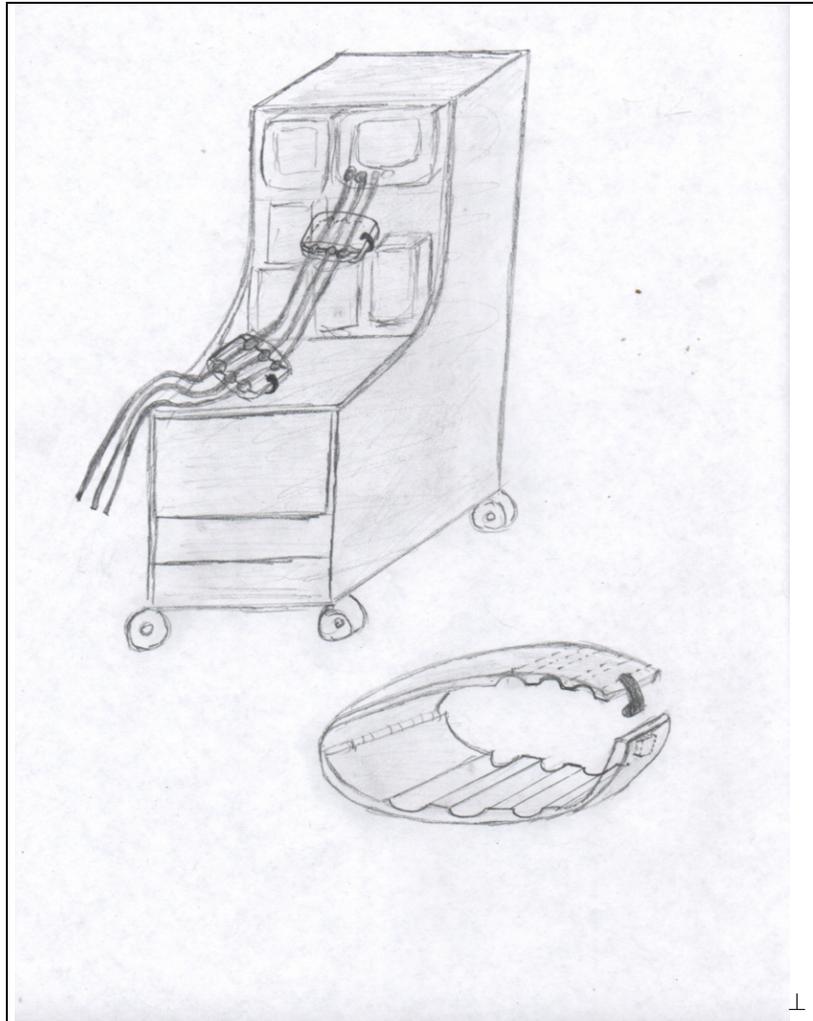


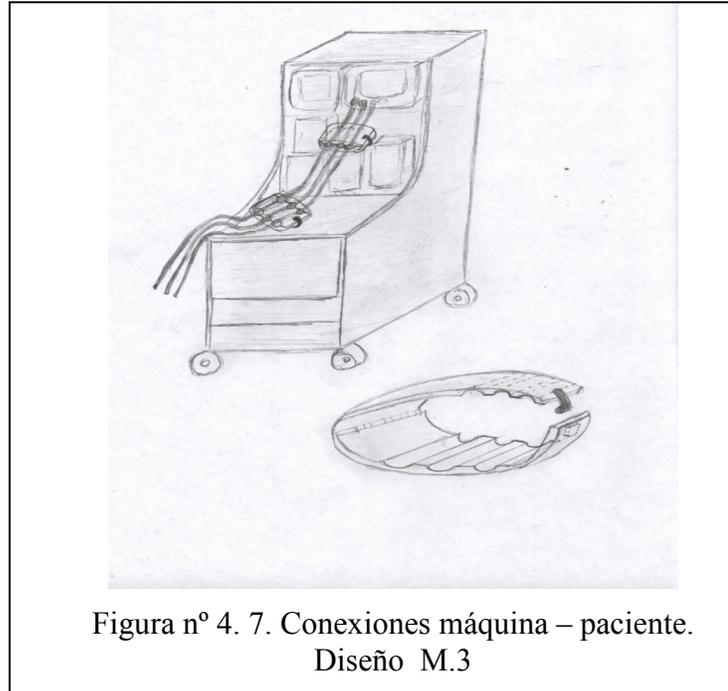
Figura nº 4.6 Conexiones máquina – paciente. Diseño M.2

**M.2:** el dispositivo consiste en dos tapas acopladas una sobre otra de manera que estas formen una cavidad, dentro de la cual existen canales en los que se inserta y adapta cada uno de los cables existentes por medio de la presión que ejerce este sobre el material.

Las dos tapas en uno de sus extremos presentan una unión tipo bisagra la cual le permite abrir y cerrar la cavidad, en el otro extremo posee un pasador mediante el cual se asegura para garantizar que los cables no se salgan. El material del dispositivo debe ser un polímetro que permita obtener una superficie externa lisa y compacta, mientras que por dentro el acabado debe ser elástico y corrugado, el material debe ser fácilmente lavable y resistente.

Este sistema será colocado en grupo de dos o tres a lo largo de la longitud de los cables, el primero se colocara a unos 0,10m de la salida de los cables ubicada en el monitor, un segundo se colocará a unos 0,20m de la punta de la base de conexión de los cables, en el caso que se requiera un tercer dispositivo se colocará entre los dos anteriores.

Mediante la utilización de este dispositivo se espera conseguir la organización de los cables de forma que se pueda obtener un bloque más estilizado y no la antigua maraña de cables, ya que un conjunto organizado es más fácil de visualizar.



**M.3:** consiste en tres o más varillas de material rígido que puede ser metálico o polímero. Cada una de las barra poseerá una argolla o aro en su extremo inferior de tal manera que a través de estos se puedan pasar los cables de conexión del paciente a la máquina de anestesia, estas argollas serán adaptables en al menos cuatro posiciones a lo largo de la vara, en el extremo superior se encontrara un elemento que permite suspender la vara de un riel y poder deslizar esta a través del mismo.

Cada vara poseerá tres o más ganchos a lo largo de su longitud, de manera que en ellos se puedan colgar los medicamentos, sueros o bolsas de sangre para transfusiones, cada gancho deberá permitir colocar y extraer las bolsas de la forma fácil y rápida. Las barras serán trasladadas a través de tres rieles uno central (ya instalado) y dos laterales por instalar. Los rieles laterales deberán estar dispuestos en el techo en paralelo con la mesa de operaciones, cada riel tendrá una longitud aproximada de 2 m de tal manera que las varas puedan ser deslizadas a lo largo de la mesa de operaciones según sea la necesidad.

Las varillas serán montadas o desmontadas al comienzo de cada operación, según sea la necesidad. Con esta configuración se obtiene la ventaja de poder utilizar las varillas como parales a la vez que se utilizan para suspender los cables de conexión maquina-paciente del piso por medio de una argolla que poseen en los extremos y sobre las cuales se ingresan los cables.

#### 4.2.3. *Succión*

En este caso la propuesta ganadora fue la S.1

Criterios	Propuestas			
	Pond.	S.1	S.2	S.3
1. visibilidad	4	4	4	4
2. Acceso fácil y asepsia	5	4	2	3
3. Nivel de succión	4	4	4	4
4. Movilidad	5	4	2	2
5. Mantenimiento	4	4	4	4
6. Funcionalidad	4	3	4	1
Total	26	23	17	18

La descripción y los bocetos de las propuestas se indican a continuación:

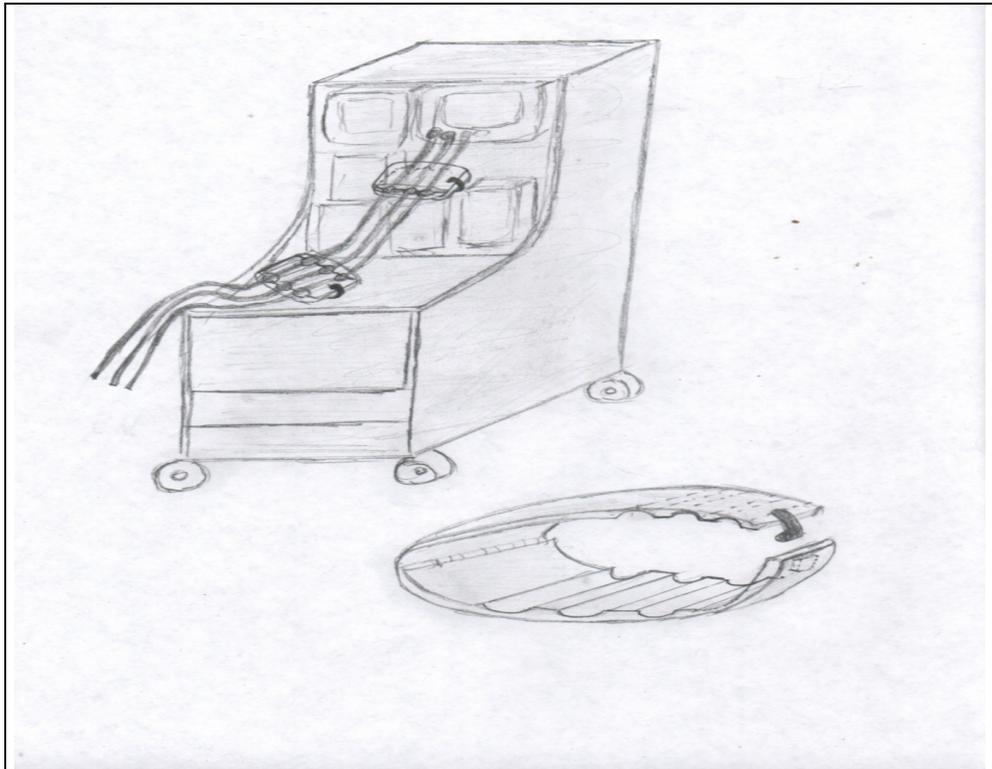
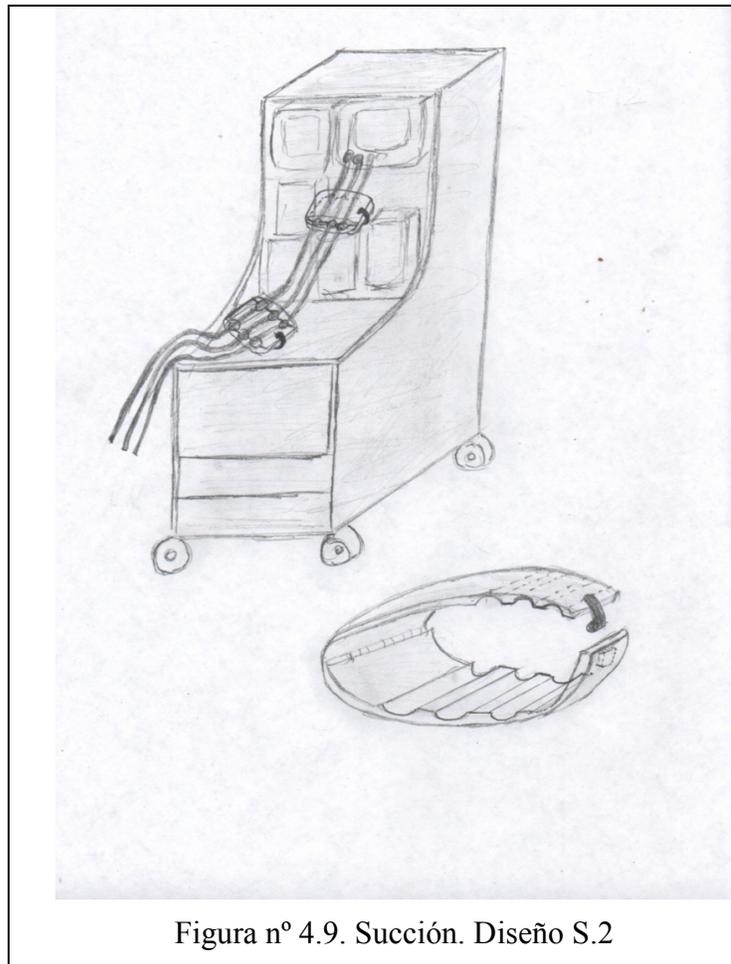


Figura nº 4.8 Succión Diseño. S.1

**S.1:** consiste en un canal realizado en el piso, complementado con varias abrazaderas instaladas en una ranura que permite queden fijas y al ras de la pared, a través de las cuales se introduce el ducto flexible para la succión, de tal forma que ésta quede al ras de la pared y del piso.

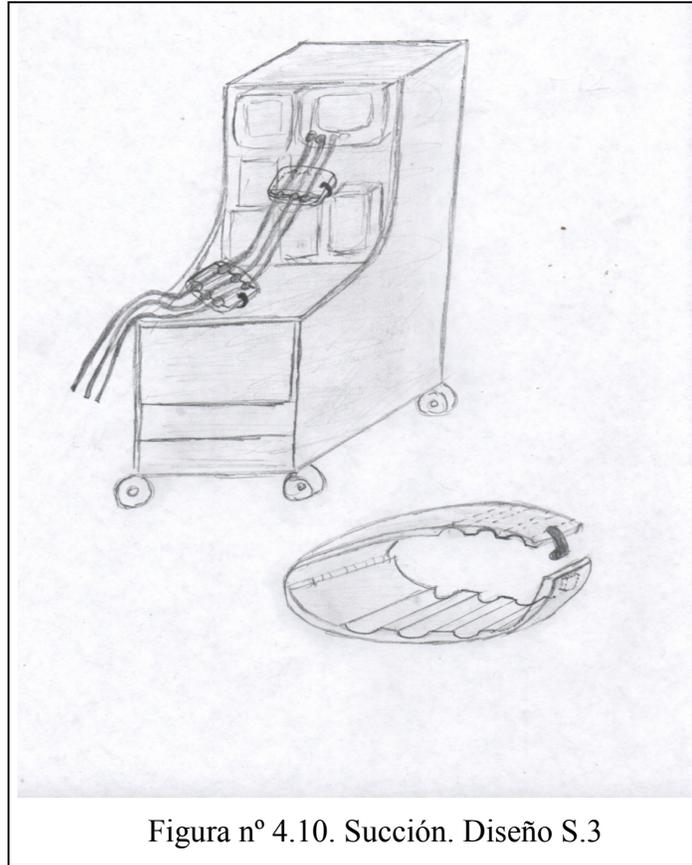
El canal del piso está protegido mediante una lámina de acrílico transparente con la finalidad que se pueda observar el fluido a través de todo su recorrido. Dicha lámina poseerá una manilla con la cual se podrá abrir y cerrar. La lámina será colocada de tal forma que quede al nivel del piso sin ningún tipo de sobresalientes.



**S.2:** canal semicilíndrico el cual posee un sistema de elevación que permite subir y bajarlo, a través de ese canal se hace pasar el ducto flexible de la succión.

El estado inicial del sistema es abajo a cierta altura del piso de tal manera que sea fácil colocar el ducto dentro del canal, una vez hecho esto el canal es izado, de tal manera que el ducto flexible quede suspendido del techo.

El sistema de elevación es controlado a través de una varilla la cual la gira a un lado e influye en el sistema para que este baje, si la varilla es girada en sentido contrario el sistema sube.



**S.3:** consta de dos rieles extras colocados a lo largo de cierta longitud del techo a través de los cuales se desplazan dos carritos, uno en cada riel. Cada carro posee una vara vertical que cuelga de los mismos y la misma posee ganchos sujetadores a lo largo de toda su longitud por donde se hace pasar el ducto flexible de la succión, los ganchos restantes pueden aprovecharse para colocar los medicamentos.

#### **4.2.4. Posturas.**

Enfermera instrumentista:

A continuación se presentan las propuestas de diseño realizadas pensando en mejorar las posturas que adopta la enfermera instrumentista en su puesto de trabajo.

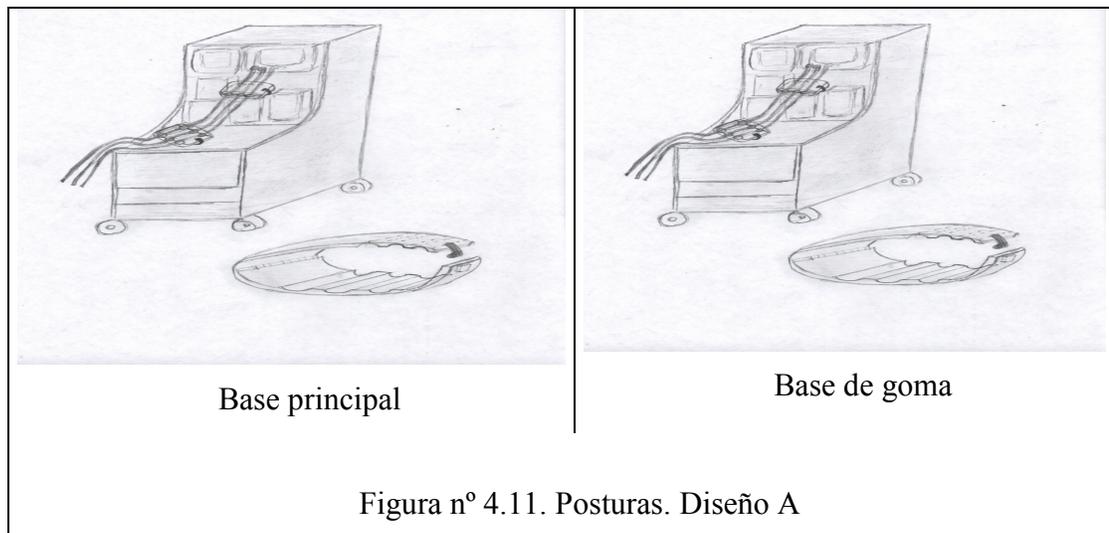
La propuesta que mayor puntuación presento y que por ende se adapta mas a la situación es la P.2

CRITERIO	PROPUESTAS			
	Pond.	P.1	P.2	P.3
1. Dimensiones corporales	5	4	4	4
2. Alternancia de posturas	5	4	4	4
3. Asepsia	5	2	4	
4. Planos de trabajo	5	4	4	4
5. funcionalidad	5	2	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>19</b>

**P.1:** A + C + E.

**P.2:** B + C + E

**P.3:** B + D + E



**A :** es un escabel desarmable con dos módulos, donde el primero de ellos es la base principal, el mismo es de un paso de 0,20m de altura, 0,60m de largo y 0,45 m de ancho con topes ubicados en los bordes laterales, cada borde con una altura de 0,05m, posee un segundo nivel de 0,15m de altura, este se encuentra dividido en dos descansos de 0,30m de largo y 0,275m de ancho. Dichos descansos sirven para realizar los cambios de postura necesarios, este nivel posee

una abertura de 0,05m en la cual se puede introducir la base de la mesa de mayo, se encuentra provisto de topes laterales y frontales. El piso de esta primera base se encuentra recubierto de un polímero antiresbalante y fácil de limpiar, con hendiduras y relieves que servirán de soporte y acople al siguiente modulo. El segundo módulo, consiste en una base de goma firme y estable, capaz de soportar el peso de una persona estándar, acoplada debajo de una lamina con la misma configuración geométrica que la base principal, con este segundo módulo se podrá elevar la altura del escabel conservando su forma original. En el caso que se necesite elevar aún más el escabel, se podrán agregar tantas gomas bases como sean necesarias, cada goma adicional poseerá una altura de 0,05m de altura, 0,60m de largo y 0,45m de ancho.

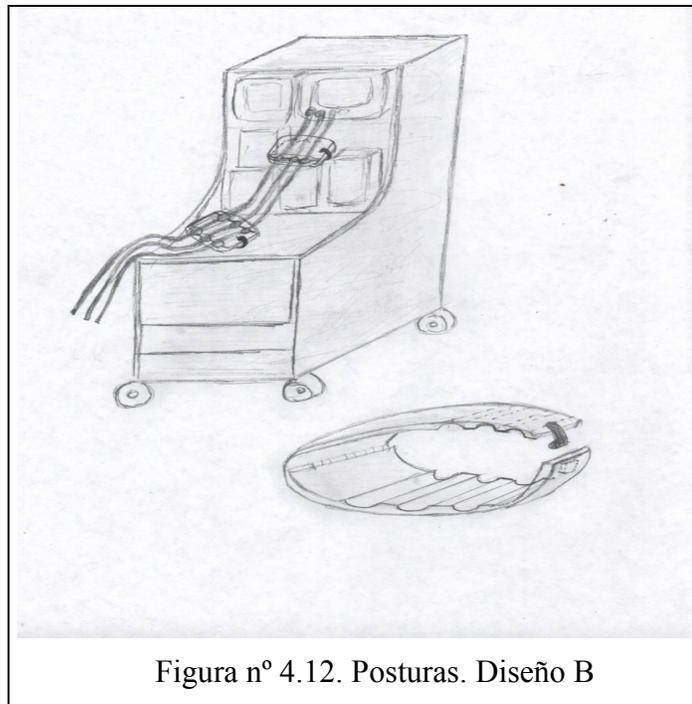


Figura nº 4.12. Posturas. Diseño B

**B**: es un escabel de un paso de 0,20m de altura, 0,60m de largo y 0,45m de ancho, con topes protectores de 0,05m colocados en los extremos laterales, posee un segundo nivel de 0,15m de altura, este se encuentra dividido en dos descansos

de 0,30m de largo y 0,275m de ancho. Dichos descansos sirven para realizar los cambios de postura necesarios, este nivel posee una abertura de 0,05m, en la cual se puede introducir la base de la mesa de mayo, se encuentra provisto de topes laterales y frontales. El piso de esta primera base se encuentra recubierto de un polímero antiresbalante y fácil de limpiar. Posee seis patas con un sistema regulable mediante el cual se puede variar la altura del mismo

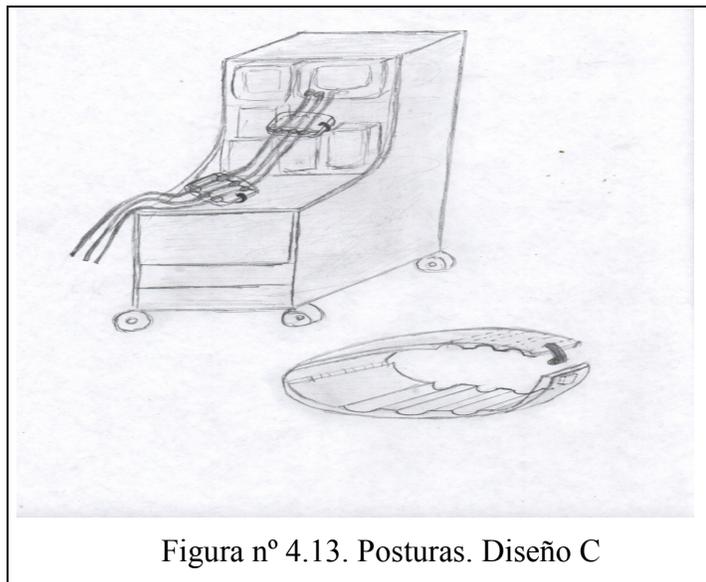
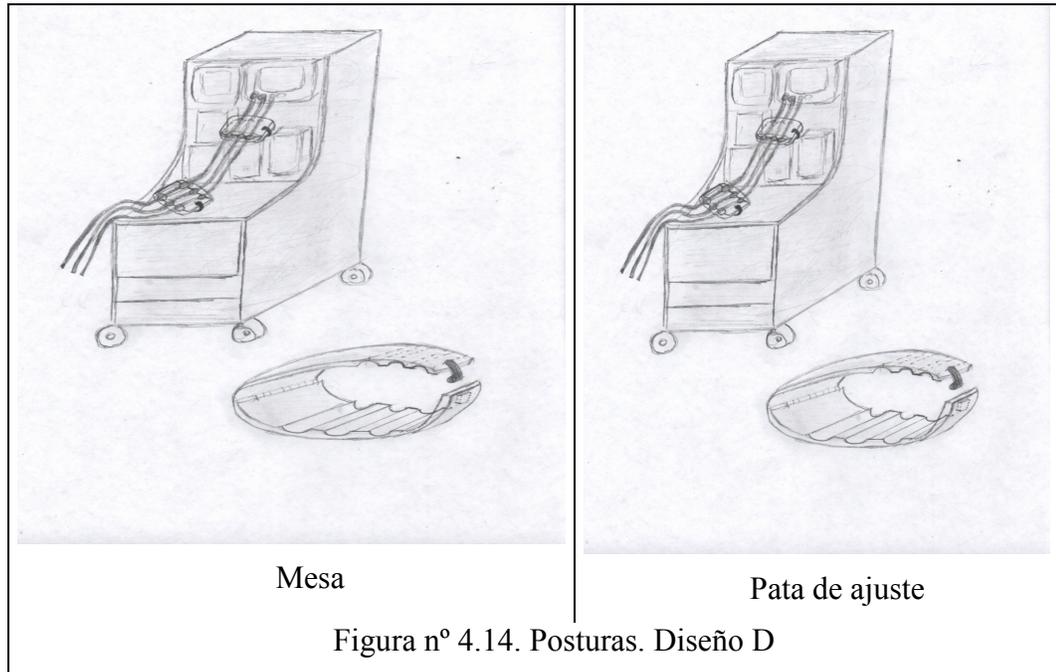


Figura n° 4.13. Posturas. Diseño C

C: mesa semicircular para el instrumental, esta posee cuatro patas con ruedas distribuidas equitativamente, las cuales estarán formadas por dos tubos concéntricos deslizantes uno dentro del otro, esta mesa estará provista de un mecanismo piñón cremallera mediante el cual se podrá ajustar la altura de la mesa a través de una manivela, dicha manivela estará ubicada con el mango hacia la parte opuesta al centro del semicírculo, con la finalidad que sea manejada por la enfermera circulante, sin entrar en el área estéril donde se encuentra la enfermera instrumentista quien es la usuaria de dicha mesa, la altura inicial de la mesa será de 0,97m y podrá alcanzar una altura máxima de 1,48m, el sistema estará acoplado en su base al entrepaño de la mesa y consiste en dos cremalleras que deslizan sobre rieles los cuales están unidos a una plancha que entra en contacto con la

parte superior de la mesa permitiéndole subir la misma .



**D:** mesa circular con cinco patas distribuidas uniformemente, las cuales estarán formadas por dos tubos concéntricos deslizantes uno dentro del otro, la pata central constara de un sistema de regulación de altura, el cual consiste en colocar pines pasadores en el eje interior, estos serán accionados a través de una palanca que gira alrededor de un punto pivote sujeto al eje interior barriendo ángulos de 0 a 45°, con este barrido se conseguirá que el pasador sea colocado en el lugar adecuado para que este se introduzca en agujeros hechos en el eje exterior. El resto de las patas, deslizarán a través de biseles hechos en el interior y exterior de cada una, según corresponda. La altura inicial de la mesa será de 0,97m y podrá alcanzar una altura máxima de 1,48 m.

**E:** un banco, sin espaldar ya que la enfermera instrumentista debe mantener la asepsia de la parte posterior de su cuerpo debido a que por lo general la mesa del instrumental se encuentra justo detrás de ella. La altura debe ser regulable de tal manera que se pueda alternar la posición de pie con la de sentada. Este será comprada utilizando las características para asientos de puesto de trabajo

sentado- de pie presentadas en la figura n° 4.13 y la tabla n° 4.1

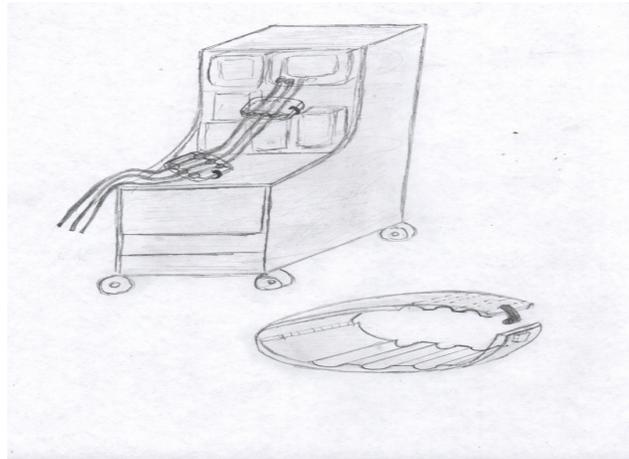


Figura n° 4.15.

Asientos para puestos de pie - sentado

			Medidas en mm
ASIENTO	A	Altura del punto de hundimiento máximo del asiento:	
		Asiento sentado-norma reclinable	400 a 560
		Asiento sentado-normal fijo	430
		Asiento sentado-de pie reclinable	750 a 850
		Asiento apoya muslos reclinable	600 a 750
	B	Profundidad adelante-atrás del asiento	350 a 400
	C	Ancho del asiento	400 a 450
	E	Altura del respaldo	200 a 250
	F	Ancho del respaldo	350 a 400
	G	Radio del soporte	300 a 325
	U	Radio de la curvatura del respaldo	30 a 800
	V	Radio de curvatura del respaldo (convexidad) V V'	> 700  30 a 70
	X	Altura del punto más saliente del respaldo con respecto al asiento	170 a 220
Y	Altura del punto más alto del respaldo con respecto al asiento	320 a 420	
$\alpha$	Inclinación hacia atrás del asiento	$3^\circ \pm 2^\circ$	
$\beta$	Inclinación del respaldo con respecto al asiento	$100^\circ$ a $105^\circ$	

Tabla n° 4.1. Asiento para puesto sentado de pie

**4.2.5. Iluminación.**

Para los sistemas de iluminación se presentaron varias propuestas de las cuales se adaptó mejor la propuesta I.3

CRITERIO	PROPUESTAS			
	Pond.	I.1	I.2	I.3
1. Calidad de iluminación	5	4	3	4
2. Nivel de iluminación	5	4	4	4
3. Luz Blanca	5	4	4	4
4. No sombras.	5	3	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>16</b>

**I.1 : A + D**

**I.2: B + D**

**I.3: C + D**

Donde **D** es: lámpara cialítica nueva que satisfaga las necesidades de neurocirugía.

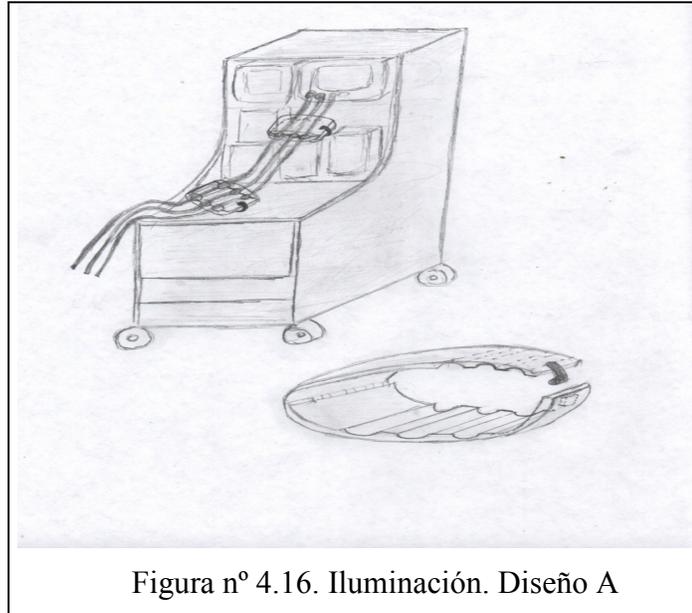


Figura nº 4.16. Iluminación. Diseño A

A: lámparas de base fija, capaces de rotar y girar de manera que se pueda proyectar el foco lumínico de una manera adecuada que no produzca sombra ni reflejos sobre el área de trabajo. Los focos lumínicos serán ubicados y distribuidos alrededor de la parte superior de las paredes. Las lámparas deben ser fluorescentes, con bombillos ecológicos preferiblemente.

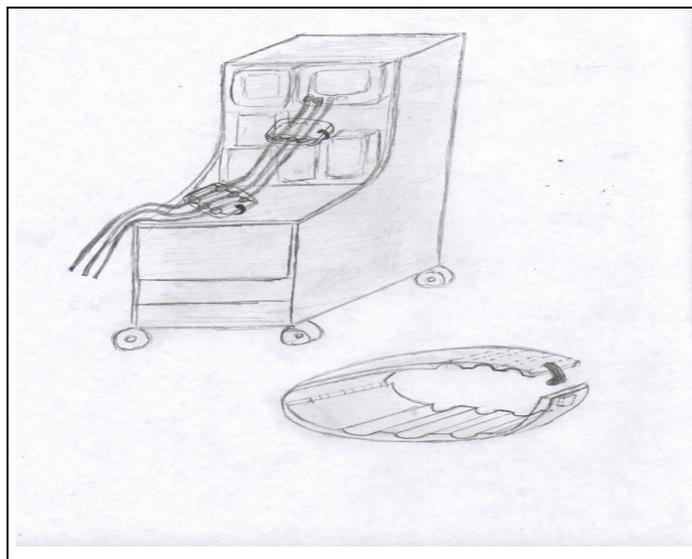
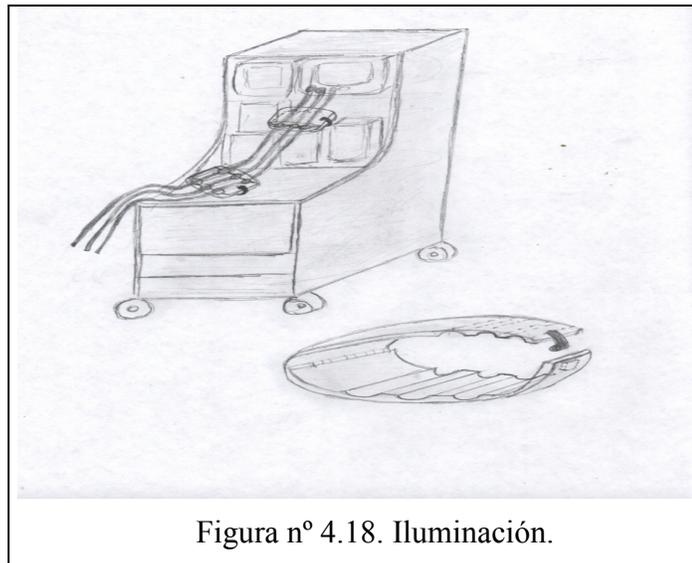


Figura n° 4.17. Iluminación. Diseño B.

**B:** consiste en instalar cinco lámpara rotatorias empotradas en el cielo raso, colocadas entre las lámparas fluorescentes ya existentes, de forma tal que estas complementen el nivel lumínico, una lámpara a nivel del puesto de trabajo del cirujano y otra sobre el puesto de la enfermera instrumentista de tal forma que se le proporcione un nivel de iluminación adecuado. Otra debe colocarse a nivel de la entrada del quirófano de tal forma que las personas que utilizan esa área puedan tener una buena iluminación en el desarrollo de sus tareas. Bombillos fluorescentes., ecológicos.



**C:** cuatro lámparas de tubos fluorescentes de cátodos incandescentes de encendido rápido, colocadas transversalmente a las ya existentes, con una maya de distribución de luz.

El diseño propuesto es el resultado de la combinación del conjunto de las

soluciones arrojadas por las evaluaciones, es decir, la combinación de: **C.3, M.1, S.1, P.2, I.3.**

#### **4.3. Especificación del Diseño.**

##### Conexiones Eléctricas:

El dispositivo será anclado en la placa del techo original, descenderá por el techo falso y está formado por tres tubos de acero AISI 304 de 0,127 m de diámetro, cortados en longitudes iguales de 0,50m, los mismos estarán cubiertos con una pintura epóxica antibacterial. Los tubos se acoplan entre sí, por medio de un sistema de resortes y articulaciones en cada extremo de unión se coloca tubo corrugado de electricidad para cubrir el cable que baja por los mismos, el mecanismo permite que cada tubo descansa uno sobre otro horizontalmente de tal forma que puedan colocarse paralelos al techo y también por medio de estas uniones se permite que el dispositivo suba y baje quedando vertical, para su funcionamiento ya que es en esta posición donde se conectarán los equipos a la multitoma. Dentro de los tubos circulan dos cables de 110 voltios, en el extremo final de los cables se conecta un tomacorriente, al cual está acoplada una multitoma de seis entradas, esta última instalada a una base metálica que la soportará, dicha base está fija al tercer tubo, donde el primero de ellos está acoplado al techo, una vara de aluminio maciza de 0,00635m y 0,60m de longitud se fija en un extremo de la base lo cual permite subir y bajar el mecanismo.

La Figura n ° 4.19 muestra el plano del diseño para la conexión eléctrica.

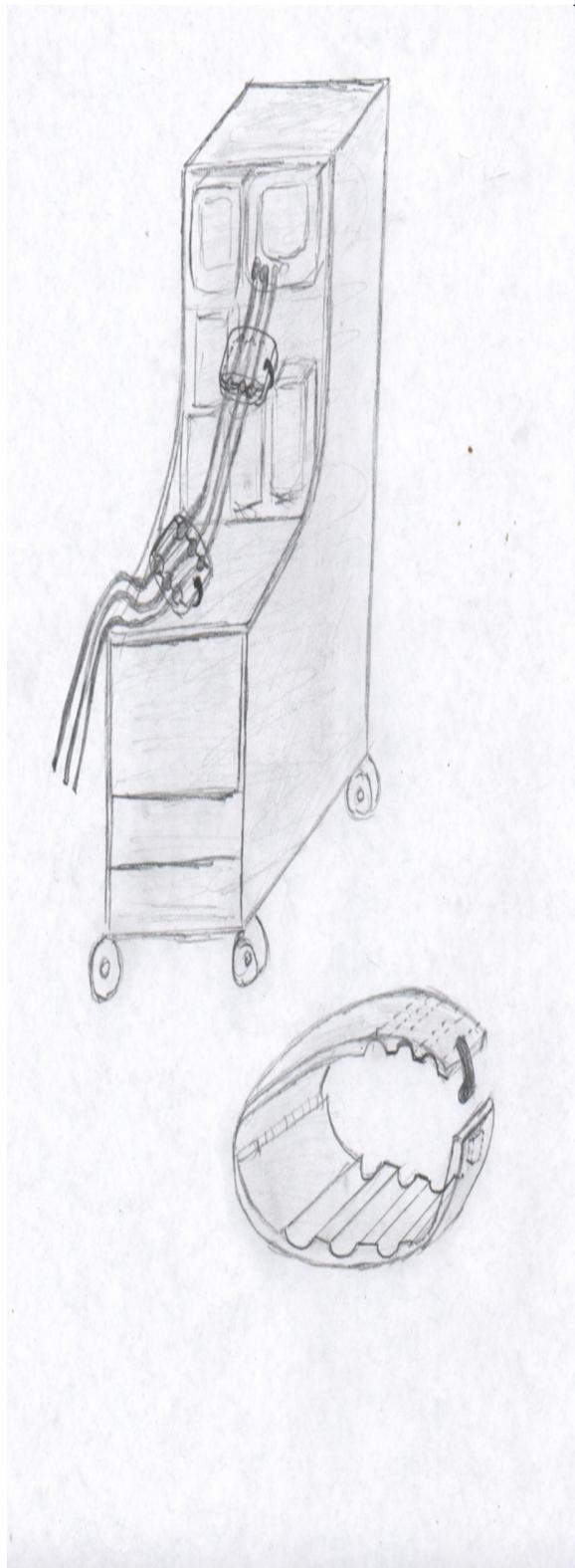


Figura nº 4.19 Plano del diseño la conexión eléctrica. (Medidas en metros).

Succión:

El arreglo para la succión consiste en 3 abrazaderas de aluminio que permitan tener un aprieto entre ellas y el ducto flexible de la succión, que tiene un diámetro de 0,0127m, dichas abrazaderas son instaladas en un canal realizado justo debajo del envase recolector de fluidos, abarcando una longitud 1,30m sobre una vertical medida desde el piso, en ellas se acopla el ducto de succión a presión, siendo colocadas cada 0,43m partiendo desde el suelo. En el piso se perforará una ranura, la cual recibirá el ducto de la succión, por lo que se inicia en el final de la vertical que viene del arreglo anterior, la misma es de 0,05m de ancho por 2,15m de largo y 0,02m de profundidad, en ella se instalarán 4 abrazaderas cada 0,50m iguales a las descritas para la pared. Sobre la ranura se coloca acoplada al ras del piso de forma muy cuidadosa se realiza el acabado de la ranura con la finalidad que la tapa acople perfectamente, dicha tapa estará recubierta de una goma delgada pero resistente que ejercerá un sello entre la tapa y el piso con la finalidad de evitar que al momento de la limpieza del quirófano se deposite el agua en esta cavidad y se genere un elemento séptico. La tapa de acrílico transparente se ajusta al piso por medio de dos bisagras que permiten la apertura y cierre de la misma por medio de una manilla ubicada en el extremo superior de dicha tapa, la placa de acrílico de 0.006 m de espesor es capaz de resistir el paso de personas y objetos, además está biselada en su periferia para facilitar el paso de objetos rodantes, en el extremo opuesto a la pared el ducto flexible sale de la ranura y descansará sobre un gancho de metal que se acopla como una prensa sobre la mesa quirúrgica y es removible.

En la figura 4.20 se muestra el plano del sistema de succión.

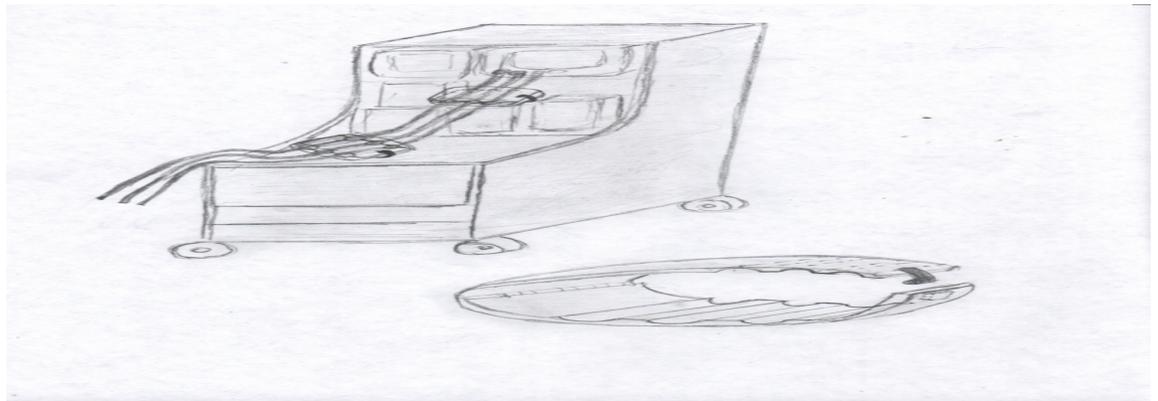
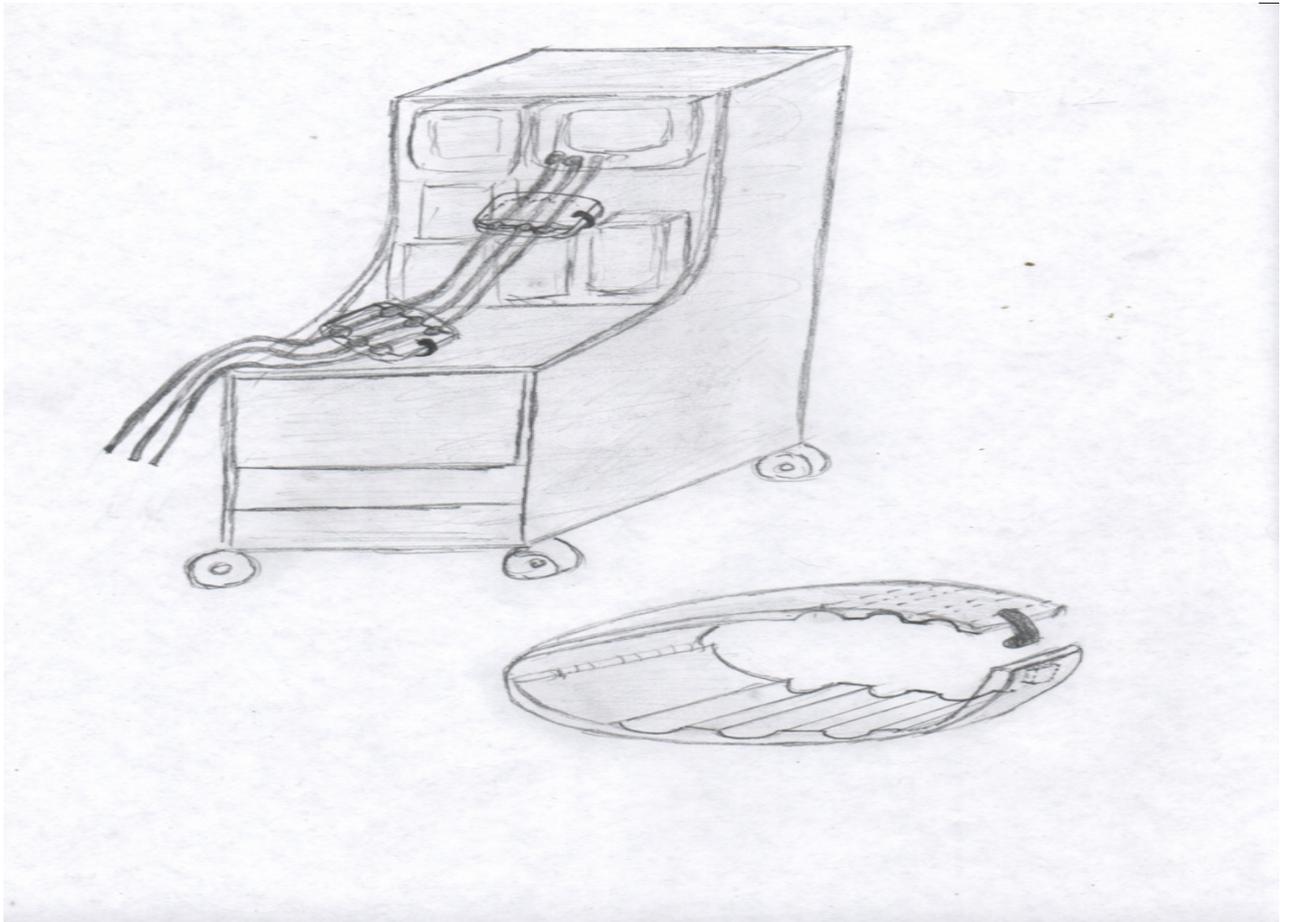


Figura 4.20 Plano del sistema de succión. ( Medidas en metros).

#### Conexiones Paciente-Máquina de Anestesia:

Consiste en un brazo de acero quirúrgico 304 unido por medio de soldadura de arco a un soporte tipo prensa que permite fijarlo a la estructura de la máquina de anestesia. El brazo mide 0,18m de longitud, en el extremo opuesto al que se acopla el brazo al soporte, se instala por medio de soldadura el corte transversal de un semicilindro de acero AISI 304 de 0,07m de ancho y 0,30m de largo, con una inclinación de 45°, el mismo posee una ranura justo en el centro que abarca 0,15m de longitud, por medio de un perno, se desliza sobre esta ranura, otra extensión, la cual consiste en un semicilindro cortado longitudinalmente con 0,05m de ancho, 0,20m de largo y también de acero quirúrgico. Este dispositivo permite organizar los cables que monitorean los signos vitales del paciente, ubicándolos sobre los dos semicilindros se permite canalizar los cables y evitar que puedan ser tropezados por el personal, una de las ventajas es que se puede quitar y guardar cuando no se está usando ya que es fácil de instalar y desinstalar.

En la figura 4.21 se muestra el plano del dispositivo antes descrito para las conexiones máquina paciente.

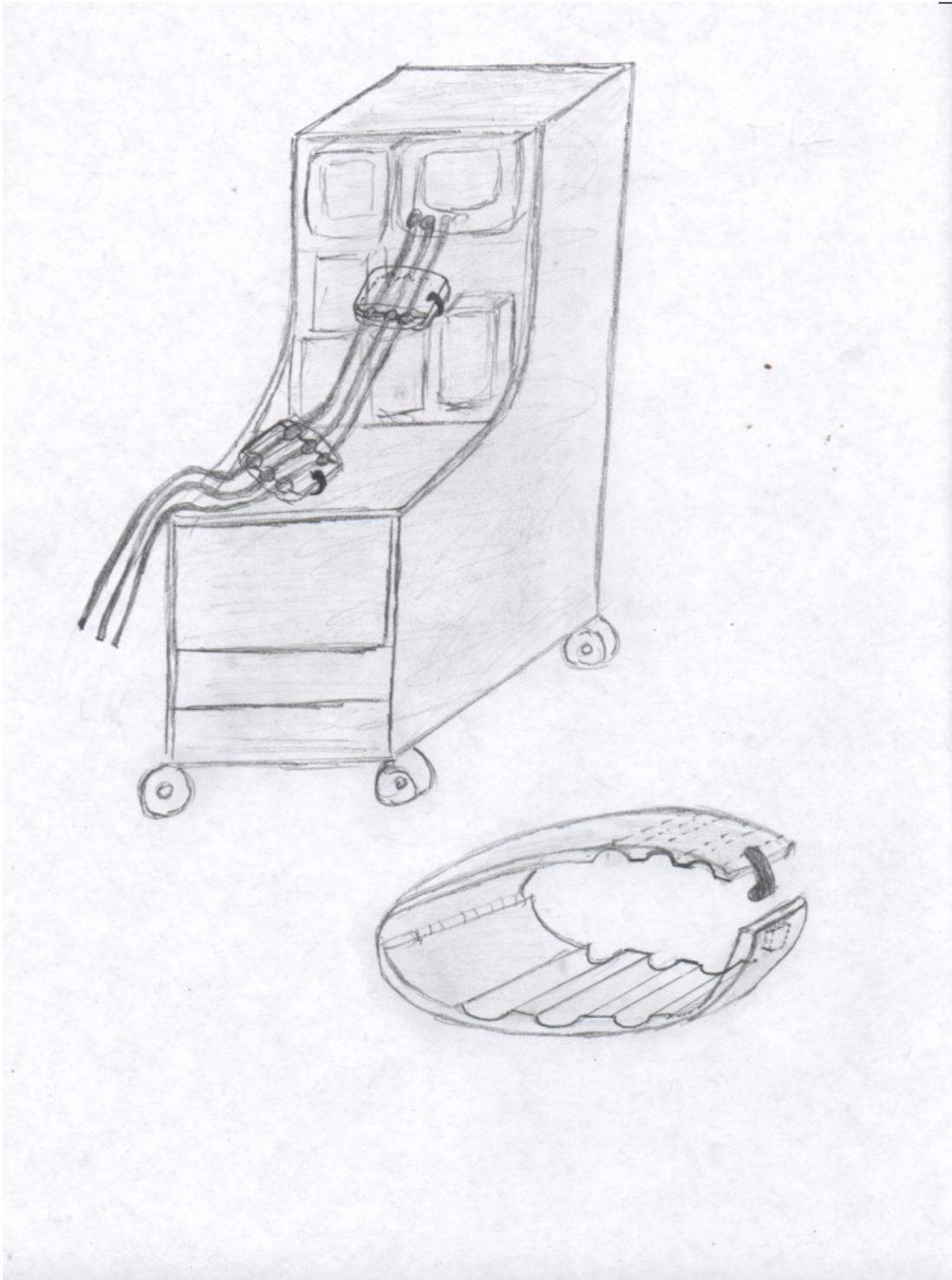


Figura 4.21 Plano conexiones máquina paciente. (Medidas en metros).

Posturas:

Para proporcionar elementos que permitan mejorar las posturas del personal del quirófano se insertaran tres nuevos elementos que serán descritos a continuación:

Escabel de altura variable, el cual consiste en una base de 6 patas, de las cuales 2 son de 0,20m de alto de tubo hueco, de acero AISI 304 de 0,019x 0,001m de diámetro y peso 0,556 Kg/m, estas dimensiones de la tubería serán utilizados para toda la manufactura del escabel, las cuatro patas restantes son de 0,35m de alto, se fijan a una base 0,60m de largo y 0,50m de ancho, sobre la cual se asegura por medio de soldadura de arco una plancha de acero AISI 304 de 0,004m de espesor en uno de los lados de 0,60m de la estructura del primer paso se soldaran cuatro tubos de 0,15m de longitud con una distancia entre sí de 0,275 m, a ellos también se unirán dos bases de 0,275x0,30m donde en uno de sus lados se soldarán cuatro patas de 0,35m de longitud finalmente se cubrirá con una goma antiresbalante cada uno de los pasos.

Para variar la altura existe un accesorio que consiste en varios elementos del mismo material de la plancha que se describió anteriormente para los pasos del escabel, dos rectángulos de 0,075x0,60m unidas por tres bisagras, en los extremos de los mismos, se acoplan mediante soldadura seis rectángulos uno por cada pata de 0,04x0,25m en las cuales se acoplan seis patas de tubo macizo de 0,022m de diámetro y 0,15m de longitud con un agujero de 0,05m de profundidad y de 0,019m de diámetro, el cual permite insertar el escabel para elevarlo 0,10m.

Una mesa de altura regulable que se construirá partiendo de una plancha de acero AISI 304 de 0,004m de espesor, de 1,22 m de ancho y 2,44m de longitud, el corte será tal que la mesa obtendrá una forma semicircular, la longitud es de 1,22m, los extremos rectos miden 0,466m respectivamente. En cada uno de los extremos de los lados rectos, se acoplan por medio de soldadura dos patas de acero AISI 304 de 0,0254x0,0125m y peso 0,755 Kg/m, cada pata tiene una longitud de 0,65m y desliza dentro de un tubo macizo con un diámetro de 0,03810m y 0,97m

de longitud con un agujero de 0,0254m de diámetro y 0,65m de profundidad con acabado superficial liso y con el juego necesario para que suba y baje la pata interna fácilmente, en las patas principales de tubo macizo está acoplada a una plancha cortada con las mismas dimensiones descritas para la forma semicircular, la misma será un entrepaño a una altura de 0,4875m, en el centro del entrepaño, se ubica un sistema de piñón cremallera que permite elevar la mesa por medio de una manivela, que será accionada la altura máxima que podrá alcanzar la mesa será de 1,48m.

Se colocará un taburete de 0,75m de alto, 0,30x0,30m con reposa pies. Este taburete será colocado cerca de la enfermera instrumentista, a un lado del escabel para permitir a la enfermera sentarse de vez en cuando.

Los planos de equipo se encuentran en el figura n ° 4.22 y 4.23.

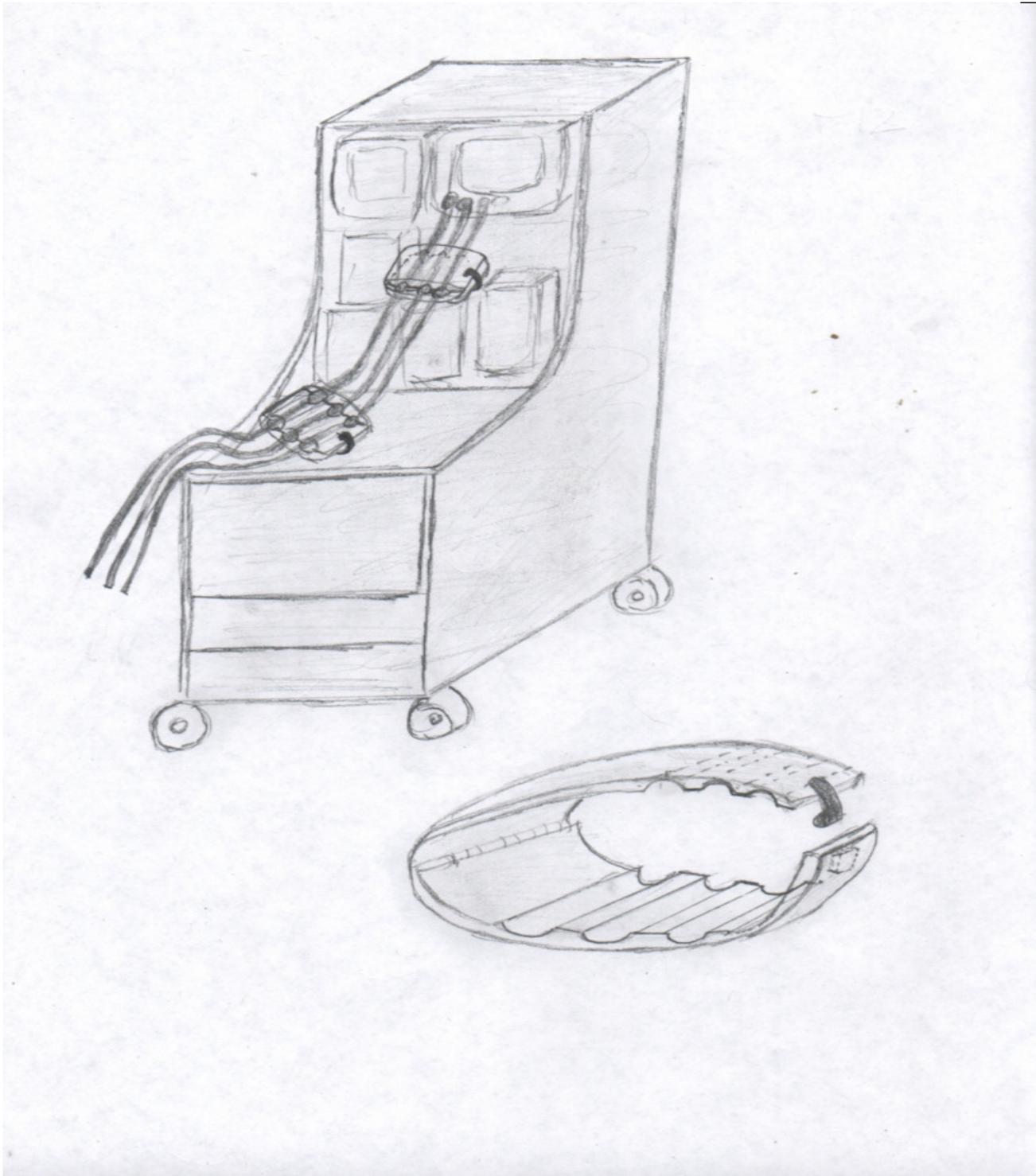


Figura nº 4.22 Plano del escabel. (Medidas en metros).

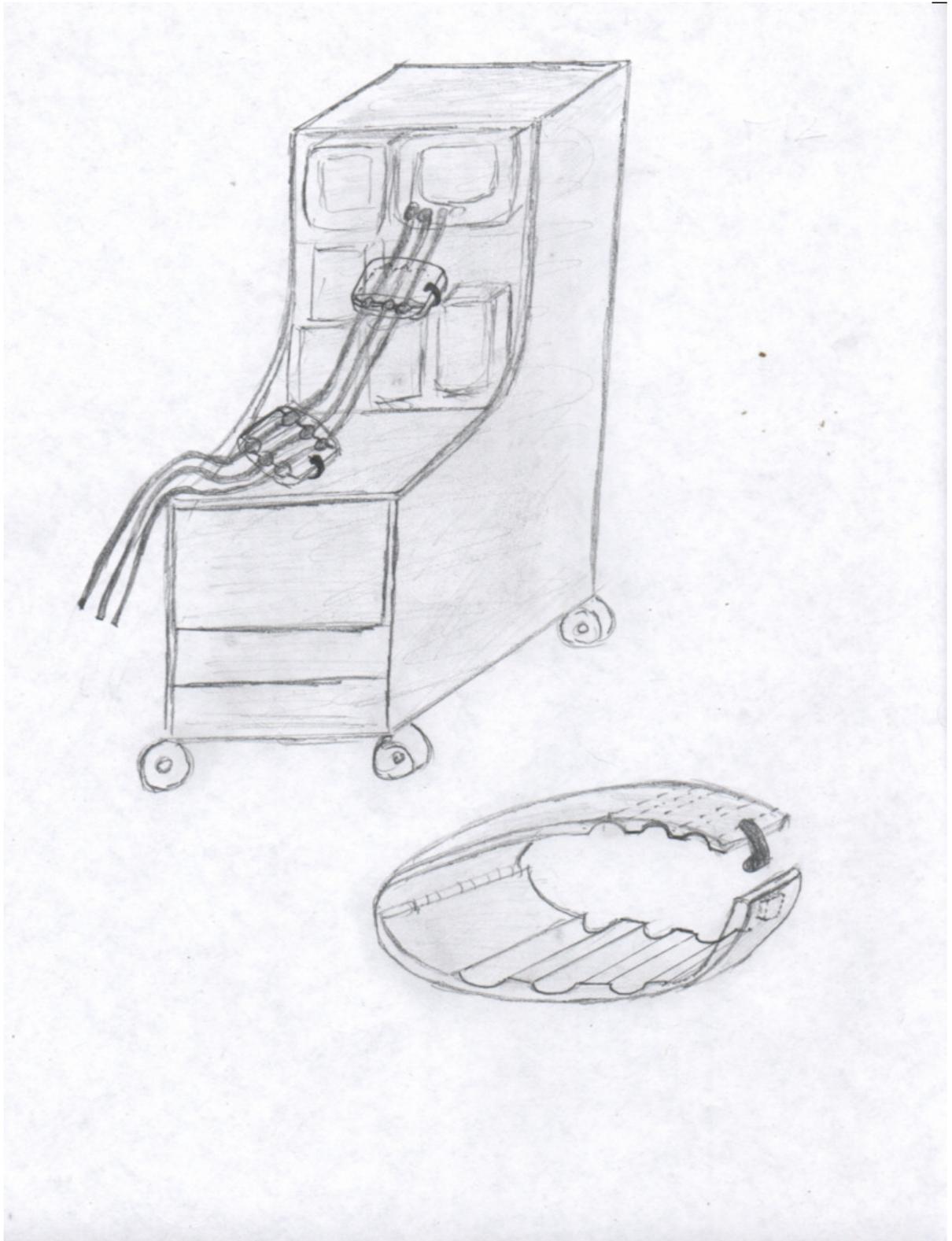


Figura 4.23 Plano del accesorio del escabel. (Medidas en metros)

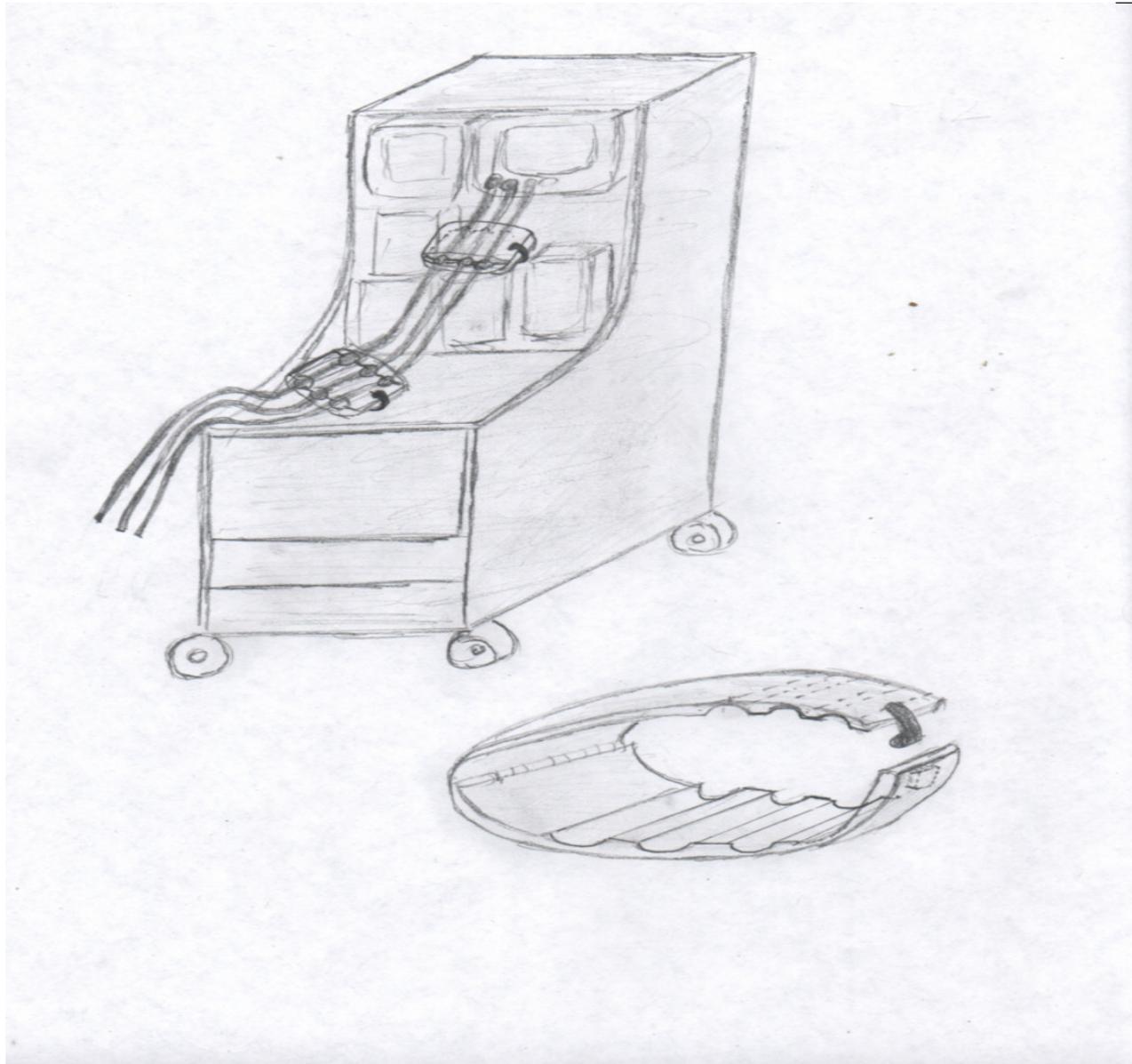


Figura 4.24 Plano de la mesa Semicircular. (Medidas en Metros).

### Iluminación:

Para determinar el tipo de lámparas necesarias que proporcionen el nivel de iluminación general requerido dentro del quirófano (1500 lux) se aplicara el método de flujo. El cual consiste en determinar y calcular los siguientes factores:

Índice dimensional del local ( $K_r$ ) :

El índice de dimensionalidad es calcula por la siguiente ecuación:

$$K_r = \left( \frac{0,21 + 0,8 * a}{h} \right) = \left( \frac{0,21 + 0,8 * 4,9}{1,71} \right) \Rightarrow K_r = 2,41$$

Donde:

- a: es el ancho del local.  $a = 4,9$  m.
- h: altura útil, es decir, distancia del centro de la luminaria al plano de trabajo.

$$h = (H_t - h_p) \Rightarrow (2,68 - 0,97) = 1,71 \text{ m}$$

$H_t$ : altura total del local.  $\Rightarrow H_t = 2,68$  m

$h_p$ : altura del plano de trabajo. Se considerara planos de trabajos al para trabajadores que permanecen de pie trabajando con los brazos extendidos en un plano a la misma altura de los codo.  $h_p \Rightarrow 0,97$  m según los estándares de datos antropométricos (medidas de KROEMER).

Factor de iluminación ( $K_u$ ): es la relación de flujo recibido ( $F_r$ ) en el plano de trabajo al flujo emitido ( $F_e$ ) por la luminaria, de modo que la expresión será:

$$K_u = \left( \frac{F_r}{F_e} \right)$$

Para determinar  $K_u$  necesario conocer la reflectancia del techo ( $R_t$ ) y de las paredes ( $R_p$ ) (tabla nº 4.3) según el color que estas posean, el índice dimensional así como el sistema de distribución de los rayos luminosos.

- Techos de color blanco claro.  $R_t = 0,80 = 80\%$

- Paredes de color verde claro .  $R_p = 0,60 = 60\%$
- Sistema de distribución por medio de rejillas difusoras.
- $K_r = 2,41$ .

El factor  $K_u$  es determinado por tablas suministradas por el Comisión Internacional de Alumbrado (tabla nº 4.4). Para las condiciones antes descritas, se consulto la tabla nº 2 y los valores mas cercano encontrados corresponde a  $K_r = 2,5$   $R_t = 70\%$  ,  $R_p = 50\%$  arrojando un valor de  **$K_u = 0,38$** .

Flujo emitido por la iluminaría (F):es la densidad el flujo sobre le área considerada.

$$F = \left( \frac{L * S}{K_u * F_m} \right) = \left( \frac{1095,25 * 23}{0,38 * 0,75} \right) \Rightarrow \mathbf{F = 88.388,60 \text{ lumen}}$$

Donde:

- L: es el flujo lumínico que se quiere alcanzar en el puesto de trabajo

$$L = (L_d - L_m) = (1500 - 404,75) \Rightarrow L = 1095,25 \text{ lux.}$$

$L_d$  : es el flujo necesario según los requerimientos de la tarea.  $\Rightarrow L_d = 1500$  lux nivel medio de iluminación general en quirófanos.

$L_m$ : es el flujo lumínico medido en el establecimiento.  $\Rightarrow L_m = 404,75$  lux.

- S: es el área del local.  $\Rightarrow S = 23 \text{ m}^2$
- $F_m$ : es el factor de mantenimiento.  $\Rightarrow F_m = 0,75$

Con la obtención de los lúmenes definimos las características de las lámparas a partir de potencia correspondiente.

$$1 \text{ watio- luz} = 681 \text{ lumen} \Rightarrow 88.388,60 \text{ lumen} = 129,79 \text{ w.}$$

La potencia antes calculada será distribuida en 4 lámparas por lo que cada una debe ser capaz de suministrar 32,44 w. En el mercado existen lámparas de fabricación nacional capaces de suministrar 20, 40 y 60 w. Se utilizaran lámparas de 2 bombillos capaces de suministrar 40 w cada una.

Serán instaladas cuatro lámparas de tubos fluorescentes, de 1,20 x 0,30m con dos tubos de 40W, con rejillas en aluminio difusoras y tapa de material traslúcido que permite pasar la luz sin disminuir la intensidad de la misma y también evita el ingreso del polvo, la distribución de las mismas se indica en el

plano, para los cálculos de iluminación ver apéndice determinación del nuevo proyecto de iluminación general.

En la figura n° 4.25 se muestra el plano de distribución del nuevo proyecto de iluminación.

La lámpara cialítica estará ubicada de tal forma que pueda brindar alto rango de movilidad, tal que pueda subir y bajar según las necesidades del neurocirujano. Esta debe estar ubicada de tal forma que la altura mínima que esta puede bajar acercándose al plano de trabajo sea de 1,72, ya que esta es la altura estándar de un hombre, establecida por datos antropométricos de esta forma se garantiza que la lámpara no interfiera con la circulación del personal produciendo choques e impactos en la cabeza. La altura mínima de esta debe ser tal que. Esta lámpara debe estar provista de sistemas que le permitan inclinarse y graduación de los niveles de luz. Estas condiciones son proporcionadas por lámparas como las de la serie Centurión distribuidas por la casa de equipos medico Tecnomed. En el anexo n° 8 se presentan las características de dichas lámparas.

Tabla nº 4.2. Factores de reflexión de áreas coloridas

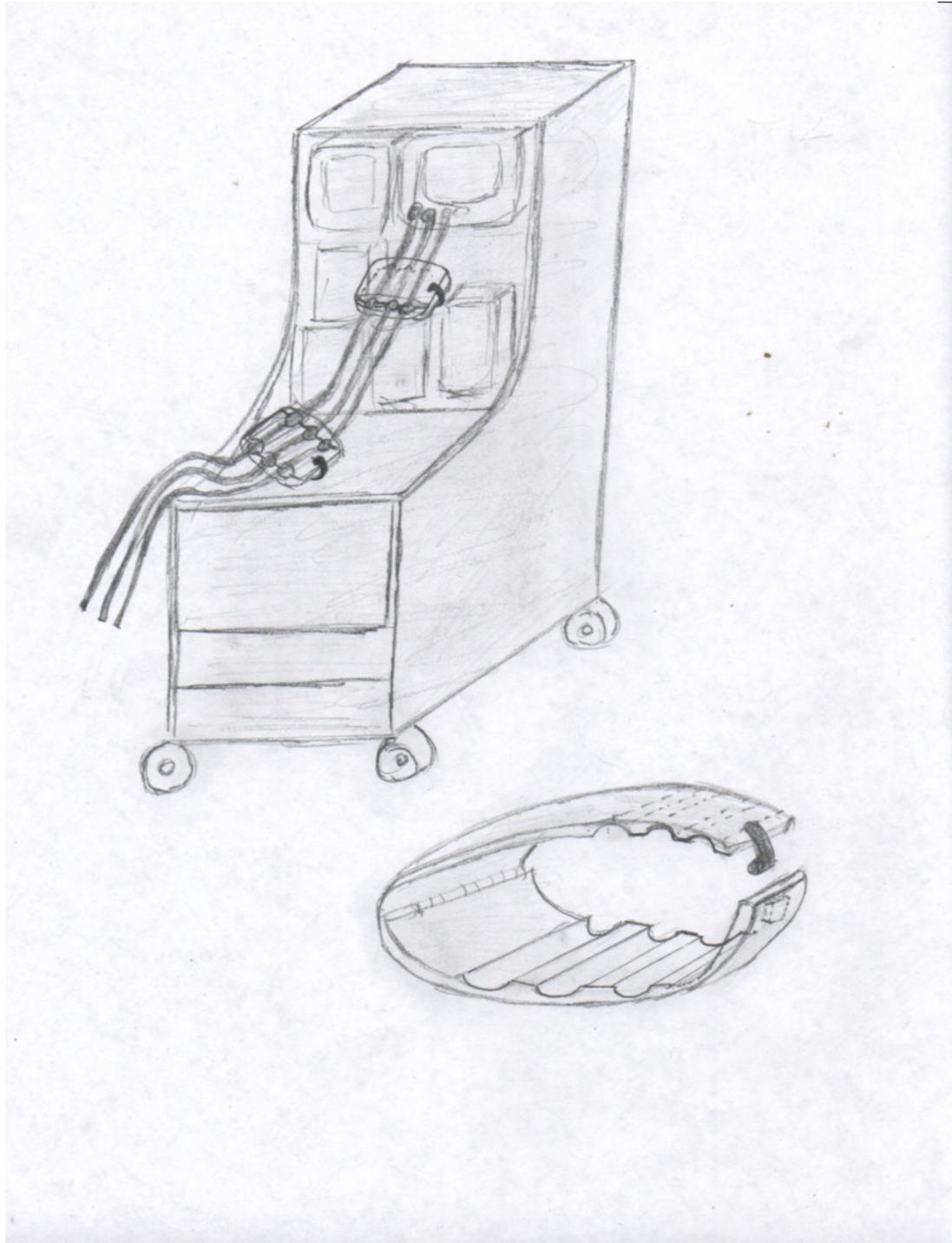
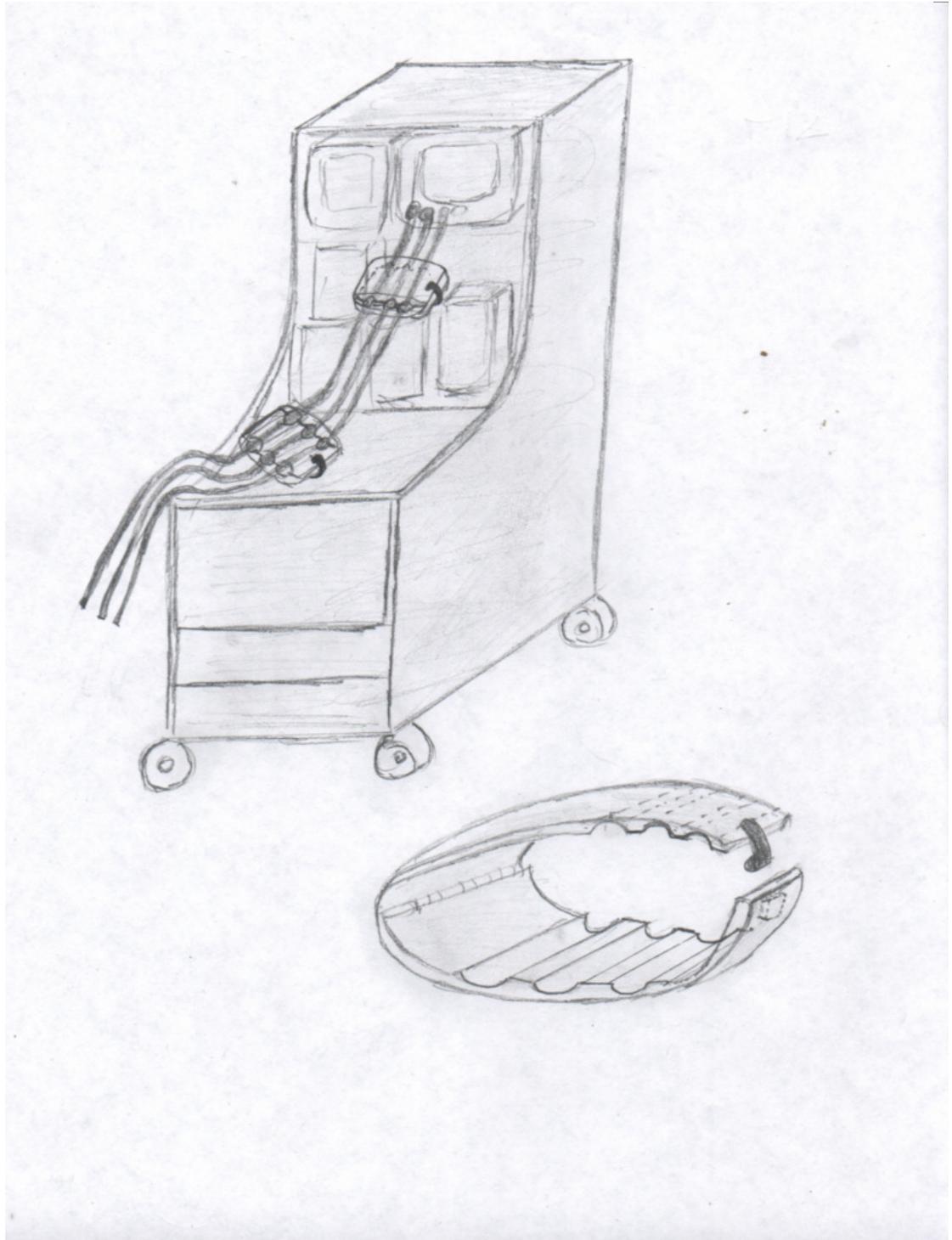
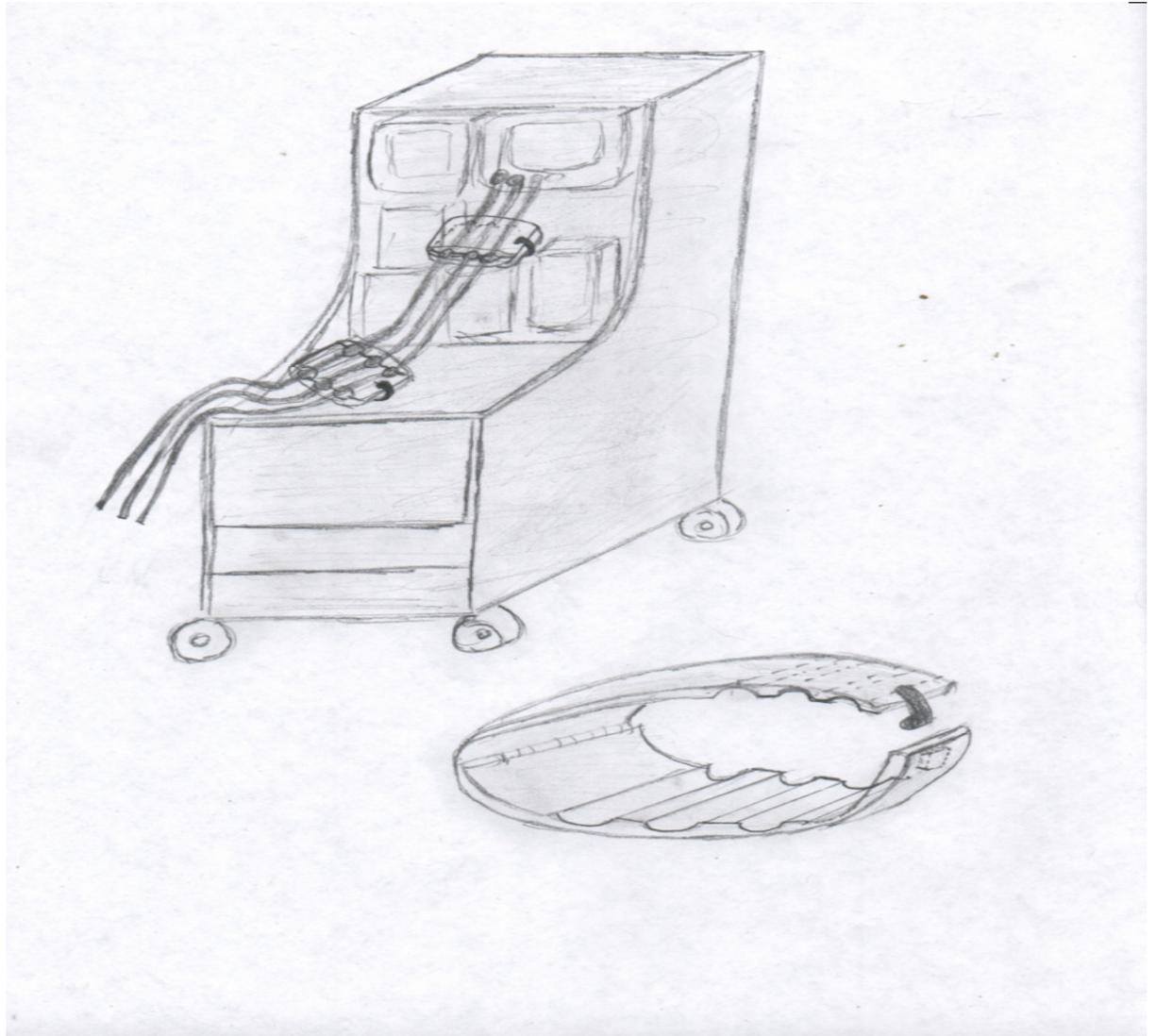


Tabla nº 4.3. Tabla de factores de utilización según método del flujo de C.I.E. Philips





Leyenda:

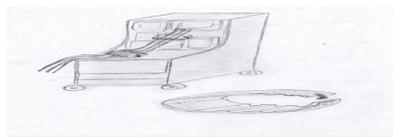
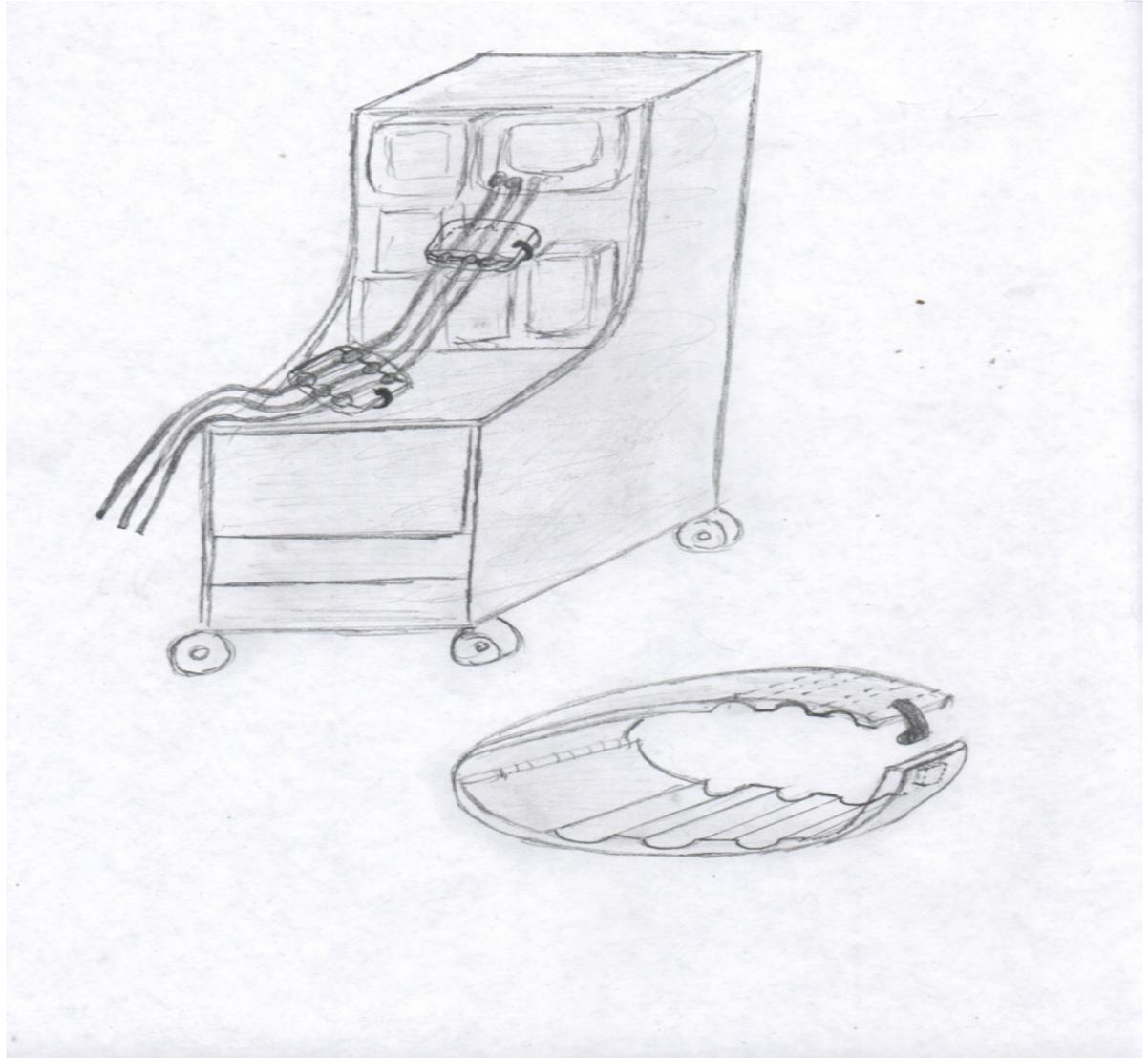


Figura nº 4.25 plano de distribución del nuevo proyecto de iluminación.

La distribución general que se obtendrá en el quirófano al colocar los nuevos diseños se puede apreciar en la figura nº 4.26



Leyenda

- |   |   |
|---|---|
| 1. conexiones plegables y desplegadas desde el techo. | 4. Taburete regulable.  |
| 2. Mesa semicircular.                                 | 5. Brazo conductor de los cables de conexión máquina – paciente |
| 3. Escabel regulable.                                 | 6. Canal para el ducto flexible de la succión.                  |

Figura nº 4. 26. Nueva distribución.

#### 4.4 Evaluación de Costos.

El siguiente apartado muestra los costos de los materiales básicos para la elaboración de los mecanismos. Fueron elegidos materiales disponibles en el mercado venezolano, adaptables a los diseños propuesto, se trato en lo posible de referirnos a materiales que ya han sido utilizados en fabricación de dispositivos médicos de forma tal que estos cumplan con las condiciones necesarias de implementación en áreas quirúrgicas.

Material	Disponibilidad	Valor estimados en Bs.
1. Tubos para instalaciones eléctricas 0,127 m (1/2" Ø)	Tiendas de materiales eléctricos y ferreterías	3500
2Multitoma. 6 entradas	“	15.000
Cables para electricidad 110 V stp 2x10	“	2000 x m
3. Tubos corrugados para instalaciones eléctricas	“	3000
4. Pintura epóxica antibacterial.	Materiales Químicos	-----
5. Resortes	Tiendas de ferretería en general	-----
6. Abrazaderas de aluminio 0,0127 m . (1/2") Ø	“	500c / u
7. Bara de aluminio de 1/4"Ø x 0,60 m.	Empresas metalmecánica	
8. Tubos huecos de acero AISI 304 (quirúrgico). Ø 0,019 x 0,001 de espesor y de Ø 0,0254 x 0,001 de espesor	“	
9. Tubos macizos acero AISI 304 (quirúrgico). Ø 0,022 m	“	

10. Planchas AISI 304 (quirúrgico). 0,004.m de espesor	“	800.000
11. Lámina de acrílico	Fabricas y distribuidores de acrílico.	100.000
12. Recubrimiento de goma antiresbalante rollo de 1 m de ancho por 3 mm de espesor.	Fabricantes y distribuidores de sellos y gomas.	50.000
13.Sellos de gomas	“	
14. Regatones antirresbalantes (tacones para patas de mesas y sillas) de 0,0127 Ø	“	500 c / u
14.Taburete de 0,75 m de alto, sin espaldar	Tiendas de muebles e inmobiliarios	78.000
15. Lámparas fluorescentes de dos tubo de 40 W de 1,20 x 0,30 m	Tiendas de iluminación	250.000
16. Lámpara cialítica	Tiendas de ventas de equipos médicos	25.000.000

Todos los precios son sólo estimaciones de las ofertas del mercado. Para la cotización de los datos anteriormente expuestos fueron visitas y consultadas diversas empresas correspondiente a cada uno de los ramos. Algunas de dichas empresas fueron:

- Ferretería en general: Ferretotal, Epa,
- Materiales eléctricos y de iluminación en general: Philips, Iluminación total, Electrocables boleita, Lámparas el Marquez.
- Metales: Extrametal, Stahl inoxidables, Maploca, FERUM, Bencraf, Acerinox.
- Acrílicos, gomas, recubrimientos y sellos: Argotec, Gomas Cobra.
- Equipos médicos: Tecnomed.
- Sillas: muebles Bima, la casa de las sillas.

## CAPITULO 5. NUEVAS TECNOLOGÍAS

### 5.1. Iluminación.

Es importante que en todo proceso quirúrgico exista una excelente iluminación que permita identificar las imágenes claramente sin producir encandilamiento o cansancio en la vista, de modo que al elegir una lámpara adecuada que proporcione la iluminación necesaria, deben tenerse en consideración los siguientes aspectos

**Área iluminada y penumbra:** toda zona iluminada dentro de áreas quirúrgicas se debe brindar un mínimo de 0,02 a 0,05m de penumbra. La distancia desde el emisor de luz hasta el objeto o campo de trabajo debe encontrarse entre 0,90m y 1 m.

**Temperatura color:** esto se encuentra estrechamente involucrado con la calidad de la luz en función de permitir al ojo humano distinguir en mayor o menor grado los colores sobre el campo quirúrgico y depende del tipo de labor a ejecutar, la misma se mide en grados kelvin a continuación se indican los rangos requeridos en aplicaciones quirúrgicas:

- Cirugía mínimo: 4.000° K
- Cirugía media y lámparas auxiliares: mínimo 3.500° K
- Diagnostico: 3.000° K
- Iluminación regular: 2.500° K
- Iluminación pobre: 1.800° K
- Lámparas especiales de alta cirugía, transplantes, etc: deben tener una temperatura de color mínima de 5.000° K

Una temperatura de color alta dará al cirujano la mayor capacidad de identificar mejor los colores y tonos, de manera que se puedan distinguir con mayor seguridad los órganos, membranas, vasos, nervios, etc.

- Intensidad o poder de la luz: cantidad de luz necesaria según el proceso.

Procedimiento	Cantidad de luz (Lux)
Alta cirugía y cirugía mayor	(+-) 100.000
Cirugía media alta	(+-) 35.000 a 80.000
Cirugía menor y cirugía ambulatoria	(+-) 15.000 a 35.000
Diagnóstico	(+-) 10.000 a 15.000
Iluminación regular	(+-) 10.000 a 12.000
Iluminación baja	(+-) 5.000 a 8.000

Tecnomed, 1991.

- Movilidad, maniobrabilidad, flexibilidad, comodidad, seguridad: la lámpara debe poseer la mayor posibilidad de brindar movilidad de manera que se pueda lograr que los focos de luz se dirijan sobre el campo de trabajo de una forma ideal y sencilla. La movilidad de una lámpara se relaciona directamente con los requerimientos de funcionamiento entre los cuales se tiene:
  - Rotación de 360 grados.
  - Angulación comprendida entre 25 y 45 grados de la línea horizontal del brazo hacia arriba y abajo.
  - Angulación de campana reflectora de 90 grados.
- Convergencia de haces lumínicos: se encuentra definida por la disposición de los bombillos y reflectores, para ambos casos estos deben converger en el campo de trabajo, entre 90 cm a 1 m de distancia, iluminando un campo de 10 a 15 cms de diámetro con un área de penumbra en el borde exterior de 2 a 5 cms.
- Luz fría. La lámpara debe poseer filtros supresores de rayos infrarrojos que atenué al máximo la temperatura generada por los bombillos.

En el mercado existen gran variedad de lámparas que puede proporcionar al puesto de trabajo del neurocirujano los requerimientos necesarios para la labor

que este realiza la única variante es el costo según la marca. En el anexo nº 8 se presentan algunos modelos existentes en el mercado que cumplen con las especificaciones necesarias para neurocirugía en particular.

Introducir la nueva tecnología presente en el mercado para lámparas cialíticas permitirá mejorar la iluminación focal del puesto de trabajo del neurocirujano, al sustituyendo la lámpara cialítica actual, por otra que suministre más de 35000 Lux, con una temperatura de color superior a 3500 °K con rotación de 360° y liviana.

Por tanto el desarrollo de esta tecnología es aplicable en el quirófano para producir mejoras en el puesto de trabajo del neurocirujano.

Adquisición de una lámpara cialítica que proporcione los niveles de iluminación adecuados, al momento de su instalación debe modificarse el techo colocando así una altura mayor a la actual, para evitar el impacto del personal con los extremos de la misma.

## **5.2. Telemetría.**

La telemetría en términos generales es la transmisión de datos a distancia, por medio de equipos electrónicos, cuando se habla de la necesidad de monitorizar fenómenos fisiológicos a distancia, se dice entonces que estamos en presencia de biotelemetría, usando como medio de transmisión dos formas posibles, la primera por fibra óptica es decir por medio de un cableado en la red de transmisión de datos y la segunda a través de ondas mediante un campo magnético (radiotransmisión) o como sistemas móviles de telefonía de transmisión.

Estas aplicaciones son dirigidas al monitoreo de pacientes de terapia intensiva a la central de enfermería, monitoreo a distancia de pacientes con deficiencias cardiovasculares, transmisión de datos desde una ambulancia a una central de control médico en el hospital o para obtener datos de un paciente mientras que este realiza un ejercicio físico como subir o bajar escalones sin el estorbo de los cables.

Un mayor rango de movilidad dentro del quirófano y una mejor circulación del personal, podría obtenerse si se logra sustraer los cables que permiten tomar

los datos de los signos vitales del paciente, sin embargo sustituirlos utilizando telemetría no resulta viable ya que el vínculo físico por medio de cables entre la máquina de anestesia y el paciente debe existir para que pueda originarse la medición de la data, en el caso que se quisiera introducir esta tecnología en quirófano tendría sentido si fuese necesario transmitir la data a una estación fuera del quirófano, como por ejemplo para el caso de una consulta con un experto que se encuentre en un sitio remoto en operaciones complejas que requieran este procedimiento, por tanto instalar esta tecnología en el quirófano estudiado no reduciría los cables y solo introduciría un gasto importante que no se justificaría.

### **5.3. Avances Ergonómicos.**

La ergonomía es uno de los aspectos en que se está haciendo más énfasis a la hora de diseñar productos y servicios, por esto muchas empresas tratan de aumentar su productividad cumpliendo con dicho aspecto.

La empresa **Siemens** tiene entre sus productos una moderna estación de trabajo de anestesia la cual es un sistema flexible y modular que trata de cubrir todos los actuales requerimientos para procesos anestésicos, este producto representa una innovación ya que es capaz de brindar la mayor seguridad al paciente así como la mayor ergonomía, todo agrupado en un diseño flexible. Este equipo es fácilmente operado en cualquier posición, posee un brazo rotatorio en donde se encuentran los vaporizadores y ventiladores, este puede girar libremente de tal forma que no halla la necesidad de mover toda la unidad, además posee un panel de control móvil que permite al anesestesiólogo colocarlo en la posición más adecuada y cómoda para el monitoreo del paciente, otra ventaja es el hecho de que esta máquina posee un monitor compacto adaptado al panel de control, este monitor es portátil y puede ser sustraído de la máquina y transportarse junto con el paciente desde la sala de operaciones hasta la sala de cuidados intensivos. Esta unidad proporciona la facilidad de economizar espacio dentro del quirófano, además brinda todos los requerimientos necesarios para procesos con todo tipo de pacientes desde neonatos hasta adultos, también posee la opción de instalar en una base ya estipulada para tal fin un sistema de succión transportable. (Ver anexo nº9)

Siemens cuenta también con un sistema de mesas quirúrgicas cuyo innovador diseño está basado en la utilización de una columna central estacionaria, capaz de rotar en 350° sobre una placa base empotrada o sobre puesta en el piso, esta garantiza una alta estabilidad y libertad para el equipo de operaciones. Otro componente es el tablero en el cual se coloca al paciente para la intervención, este puede ser intercambiable con otros y sirve para transportar al paciente desde su cuarto al quirófano y viceversa sin tener que ser abordado en una camilla ya que el tablero es colocado en una columna móvil la cual hace las veces de carro transportador. Este equipo puede brindar grandes ventajas en la reducción de tiempos entre una operaciones y en el transporte del paciente, las ventajas se incrementan cuando estas mesas quirúrgicas se usan en un conjunto amplio en todo la sala quirúrgica, es decir todos los quirófanos con el mismo sistema. (Ver anexo n° 10)

Otro de los productos presente en el mercado y que brinda confort en los puestos de trabajo de cirujanos y anestesiólogos, son las sillas ergonómicas las cuales presentan un diseño que permite distribuir las cargas ocasionadas por posturas estáticas mantenidas por tiempo prolongado, son de fácil y gran movilidad pues poseen una base rodante constituidas por ruedas que deslizan por el piso según lo exija el usuario, poseen un rango de giro de 360 grados alrededor de su eje lo que permite al usuario colocarlo en la posición mas adecuada durante la realización de la intervención. El punto negativo de este equipo se añade al hecho que se esta agregando un equipo más que necesita espacio para desplazarse y movilizarse, lo que probablemente pueda perturbar en áreas pequeñas como en el quirófano en estudio (ver anexo n° 11).

En términos generales son muchas las empresas que están preocupadas por brindar mejores puesto de trabajo al personal de la salud por lo que en diversos lugares del mundo se adelanta investigaciones dirigidas a este campo.

España es uno de los países en donde se están dirigiendo este tipo de trabajos llevados a formar puesto de trabajo más eficientes y productivos. Por ejemplo en el Hospital Clínico de Valladolid existen actualmente dos quirófanos

inteligentes que constan de un sistema integrado informativamente que controla todo el equipamiento, adaptando la altura y posición de las mesas, de las pantallas así como la ubicación de las luces y de cámaras utilizadas para la observación de la intervención. La idea inicial es la de adaptar el quirófano al especialista, al paciente, al tipo de enfermedad, establecer reducción de los tiempos operatorios e integrar un concepto de ergonomía que facilite en gran manera el movimiento en el interior del quirófano.

La compañía alemana Dräger es otra de las empresas dedicadas a la labor de diseñar y construir quirófanos cómodos. En marzo del 2001 esta empresa contribuyó en la creación y organización de dos salas de operaciones en el Centro del Corazón Hiyama, en Hiyama Japón, las cuales brindan la posibilidad de atender todo y cada tipo de afecciones cardíacas. Dicha institución es un ente privado que cuenta con un total de 60 camas y capacidad de realizar 8 intervenciones semanales, en dos salas de operaciones gracias a la implantación e integración de tecnología certificada para formar un ambiente de trabajo confortable. Estas salas incluyen la mayor cantidad de estaciones de trabajo ergonómicas para cirujanos y enfermeros también cuenta con un concepto de “piso de trabajo liso”, es decir libre de obstáculos, mediante esa filosofía el diseño de las salas se consiguió obtener las siguientes especificaciones:

- Todas las conexiones eléctricas y de gas posicionadas cerca de los desvíos que mantiene el piso libre de mangueras y cables
- Monitores ubicados ergonómicamente de tal manera de incrementar el confort de los cirujanos.
- Colocación de partes móviles al equipamiento que permiten que estos se guarden o desplacen cuando no se necesitan.
- Fácil de limpiar y organizar.

Estas salas fueron dotadas de brazos dentro de los cuales se ubicaron todas

las conexiones eléctricas y de gas así como las mangueras y ductos necesarios, de tal forma de crear estaciones de trabajo fáciles de desplazar según la intervención que se requiera realizar (ver anexo n° 12).

## **CAPITULO 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Las mejoras que podrán obtenerse en cuanto a ergonomía se refiere consisten en brindar al personal un puesto de trabajo donde los principios básicos ergonómicos estén garantizados, para ello se han propuesto introducir modificaciones que logren la disminución de los obstáculos que se interponen en el libre tránsito del personal, la posibilidad de alternancia de posturas, nivelación de los planos de trabajo, iluminación local y general adecuada a los requerimientos de las tareas realizadas por cada miembro del equipo médico.

Con el diseño de la instalación eléctrica C3 se brinda una amplitud de movimiento en la circulación del personal, así mismo se amplían los puntos de electricidad brindando la facilidad de conectar varios equipos en un solo punto y en cuatro variadas posiciones distribuidas de manera uniforme y funcional dentro del quirófano, las mismas pueden ser alternadas, ya que pueden utilizarse o no según se distribuyan los equipos en el área de trabajo lo que dependerá del tipo de intervención. Así mismo el hecho que este sistema brinde la facilidad de replegarse hacia el techo, implica que no ocasionarían un obstáculo al momento de la limpieza general del quirófano, por tanto esta mejora influye positivamente en todo el equipo médico ampliando su rango de desplazamientos y mejorando el tránsito en el mismos y también el personal de mantenimiento ya que no tendrán que desconectar y conectar todas las extensiones al momento de la limpieza del área quirúrgica.

Uno de los puestos de trabajo que presentaba mayores deficiencias, es el de la enfermera instrumentista, ya que los escabeles que tiene a su disposición no la elevan lo suficiente, la mesa del instrumental le queda en un plano muy por debajo del recomendado, no posee espacio suficiente en los escabeles para realizar desplazamientos seguros, en ocasiones la lámpara cialítica según sea su ubicación choca con la cabeza de esta enfermera, no tiene como alternar las posturas, por ello al introducir el diseño propuesto P2 se obtendrán las siguientes ventajas en dicho

puesto de trabajo:

La alternancia de posturas será posible por medio del escabel el cual resulta innovador en comparación con los escabeles que existen en el quirófano ya que permite acercar la mesa de mayo al borde del primer paso, logrando mantener los codos a la altura de 0,97 m que cumple con la especificación del plano de trabajo adecuado. Con el segundo paso del escabel se brinda la opción de tener una superficie para cambiar de postura, lo que permitirá disminuir la carga estática postural y la carga física muscular ya que los músculos de brazos y manos se encontrarán ambos en un mismo plano, también influirá en una mejor circulación sanguínea ya que al cambiar de postura se estimula la circulación.

Además con el accesorio que permite elevar 0,10 m el escabel se logra alcanzar planos de trabajo máximos, donde la altura de la mesa de mayo es de 1,48m. Adicionalmente la función del escabel se complementa con una mesa para el instrumental quirúrgico semicircular de altura regulable, la cual permite unificar a una misma altura las dos mesas en las que la enfermera instrumentista realiza su trabajo.

La mesa semicircular permitirá aprovechar el espacio de trabajo de la mesa permitiendo tener un mayor barrido del ángulo de visión.

El introducir un taburete para la enfermera instrumentista amplifica el rango de alternancia de posturas de pie y sentada lo que influye positivamente en la circulación sanguínea de las piernas de esta profesional ya que le permite descansar los miembros inferiores, a pesar que con este cambio se introduce otro elemento en el área laboral, su inserción se justifica con las ventajas que proporciona a la ya citada enfermera.

Con los escabeles actuales las alturas máximas no pueden alcanzarse ocasionando que la enfermera quede trabajando con los codos en posición incorrecta, ya que el plano de trabajo es mayor a 0,97 m y el escabel no le permite alcanzarlo. La mesa del instrumental actual queda a una altura inferior de la que es proporcionada por la mesa de mayo esto ocasiona que la enfermera instrumentista deba realizar inclinaciones para alcanzar el material que se

encuentra en la mesa del instrumental para trasladarlo hacia la mesa de mayo.

En cuanto al diseño S1 para la succión se introduce una ventaja y optimización del espacio, al colocar el ducto de la succión protegido y organizado dentro de la ranura siguen teniendo la visión del ducto ya que estará cubierto de una tapa de acrílico transparente, los rangos de movimientos en esta zona serán ahora libres ya que no existe la posibilidad de pisar el ducto. Para el personal de anestesiología y así como para la circulante de anestesiología y el personal que en general se encuentra circulando dentro del quirófano esto proporciona una ventaja significativa.

El dispositivo de la propuesta M1 para las conexiones paciente máquina de anestesia permite brindar una superficie que organiza y conduce los cables hasta el paciente de forma sencilla y que a su vez los mantiene a la mano para accesarlos fácilmente en el momento de una emergencia. Al colocar este diseño se brinda un conjunto compacto que es más fácil de visualizar, en comparación con la actual situación donde los cables desde la máquina de anestesia hasta el paciente se presentan distribuidos de forma aleatoria y colgando hasta el piso, por tanto se lograría disminuir la posibilidad de contaminación de la indumentaria estéril con estos elementos.

La iluminación se verá considerablemente incrementada y alcanzará los niveles adecuados al introducir el diseño I 3 el cual ha sido calculado para ofrecer los rangos de iluminación necesarios en áreas de quirófano en general. Además el puesto de trabajo del cirujano obtendrá la iluminación recomendada permitiendo que se esfuerce en menos proporción su visión, así como también los procesos de la operación en sí se verán mejorados ya que una mejor iluminación local permite ver al detalle los tejidos y órganos del paciente.

## **CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **7.2. Conclusiones**

1. En las evaluaciones realizadas se evidenció la clara insatisfacción del personal médico con respecto a las condiciones de su puesto de trabajo, motivadas a las precarias condiciones de la estructura física. El quirófano, resulta ser un espacio muy reducido para ser utilizado como sala de aprendizaje, sin embargo se utiliza para tal fin, en muchas ocasiones se encuentran presentes más de 10 personas lo que ocasiona la disminución de los rangos de movimiento y los accesos fáciles de las circulantes. Estas condiciones reducen la movilidad dentro del quirófano, por lo que el personal se encuentra en la necesidad de adoptar posturas no neutrales que afectan su condición corporal.

2. La utilización de mesas, sillas y escabeles regulables son una alternativa con la cual se pueden efectuar cambios sencillos, que proporcionen un mayor grado de estabilidad ergonómica dentro del quirófano.

3. La distribución de las conexiones eléctricas es un problema que se presenta en muchos quirófanos, tanto del mismo hospital como de otras entidades hospitalarias, sin embargo la introducción de nuevas propuestas que puedan resolver el problema de los cables esparcidos por el piso implica que se deban alterar o interrumpir otros factores que igualmente requieren importancia, como por ejemplo la asepsia. Las propuestas fueron concebidas para que este factor no se vea interrumpido en las áreas más estrictas como es el campo quirúrgico colocado sobre la mesa de operaciones.

3. La introducción de una nueva tecnología puede brindar mejoras en cuanto al aprovechamiento del espacio e iluminación, que permitan optimizar la distribución del equipamiento, sin embargo introducir nuevas tecnologías representa un problema en lo que se refiere al ámbito económico, ya que todos los nuevos equipos en el mercado poseen un alto costo.

4. Con el diseño propuesto se pueden alcanzar mejoras en la iluminación

tanto general como local, las posturas de la enfermera instrumentista se verán aliviadas con la implementación de escabeles y mesas regulables que permitan mantener a su alcance y en un mismo plano los instrumentos que esta necesita en su puesto de trabajo.

5. En los puestos de trabajo del neurocirujano, el anestesiólogo, el residente de anestesiología y de las circulantes al introducir las propuestas de la succión y tomas eléctricas se les brinda un espacio libre de obstáculos en el piso, de tal manera que estos puedan desplazarse dentro del quirófano sin tener que saltar barreras.

6. Es factible mejorar la situación actual del quirófano, introduciendo cambios sencillos como el escabel y la mesa de altura regulable.

7. Cabe destacar que la solución mas idónea no es un rediseño si no un diseño bien planificado con todas las bases necesarias para construir un área quirúrgica nueva en la que se puedan alcanzar los beneficios requeridos para la salud del paciente y del personal que labora dentro del quirófano.

### **7.1. Recomendaciones.**

1. El desarrollo de un programa que permita mediante simulación observar las posturas adoptadas, así como los esfuerzos estáticos que se producen en el individuo al utilizar los diseños propuestos, sin la necesidad de construir prototipos de cada elemento permitiría evaluar los diseños y mejorarlos antes su construcción.

2. La construcción de prototipos de los diseños por medio de un trabajo especial de grado, unido a la evaluación de los mismos en cuanto a las mejoras posturales y reducciones de los esfuerzos estáticos obtenidos con la implementación de las propuestas.

3. Una investigación que permita establecer los niveles de confort térmico que se requieren para quirófanos, tomando en cuenta para ello que se debe asegurar que el paciente este exento de sufrir hipotermia y el personal más cubierto por indumentaria estéril debe trabajar con una temperatura confortable.

4. Un estudio de niveles presentes de gases anestésicos en el quirófano, que

permita verificar si existen niveles adecuados de exposición a los mismos que no repercutan en la salud del personal.

A continuación se enumeran las recomendaciones aplicadas al hospital que proporcionarían mejoras a los puestos de trabajo, pero las mismas deben ser implementadas por la dirección del mismo:

1. Debe realizarse una inspección y evaluación del sistema de aterramiento del Hospital, así como una verificación del cumplimiento de la norma COVENIN 200 específicamente en el área del quirófano.

2. Reubicar todos los equipos dañados u operativos que se encuentran obstaculizando las vías de circulación, específicamente en los pasillos del área quirúrgica, los cuales perturban los adecuados desplazamientos del personal.

3. Evaluar los sistemas de protección, alarma y control de incendios así como las vías de escape.

4. Establecer un plan de seguridad, así como brigadas de emergencia.

5. Adiestramiento del personal en cuanto: uso adecuado de los equipos, manejo de estrés, manejo de desechos tóxico, posturas, prevención y riesgos de accidentes, normas de asepsia y protección personal.

6. Colocar identificadores de corriente segura para los toma corrientes y el sistema eléctrico en general.

**BIBLIOGRAFÍA**

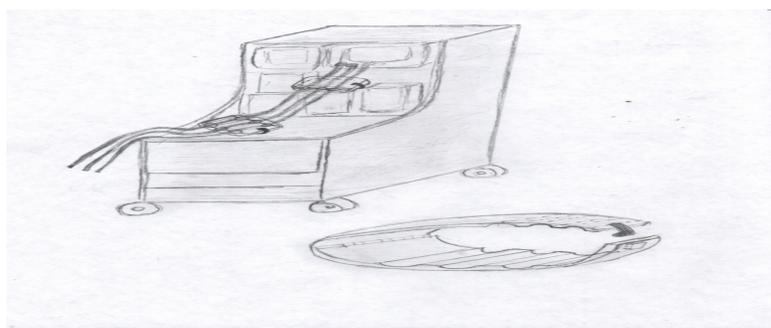
- Di Martino, V.y Corlett, N. (1998). **Work Organization and Ergonomics**. Geneva, Suiza: International Labour Office.
- **El Estrés del Entorno Hospitalario y Familiar en Cirugía**. (s.f) [Documento en línea] Disponible: <http://www.lafacu.com/apuntes/medicina/psic%Fmedi/default.htm>. [Consulta, 2002, Mayo 23]
- **Enfermedades Ocupacionales**. (s.f) [Documento en línea] Disponible: file://A:\Enfermedades Ocupacionales. htm. [Consulta: 2002, Mayo 24]
- Estrada, Jairo. (2000). **Ergonomía**. (2ª. ed.) Medellín. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Fundación MAPFRE.(1997). **Manual de Ergonomía**. (2ª. ed). Madrid. España: Editorial MAPFRE.
- Gestal, Otero. **Riesgos del trabajo del personal sanitario**. (2ª. ed). McGraaw –Hill International. México.
- **Historia del Hospital de niños J. M. de los Ríos** (s.f) [Documento en línea] Disponible [Consulta Junio 30,2002] [http://www.hospitaljmdelosrios.cjb.net/\(\)](http://www.hospitaljmdelosrios.cjb.net/)
- Jones, Christopher.(1982). **Métodos de Diseño**. (3ª. ed). Barcelona. España: editorial Gustavo Gili, S.A.
- Krck, Edgar. Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería. (2ª. ed). Editorial Limusa.
- **Ley Orgánica de Prevención condiciones y medio ambiente de trabajo y su Reglamento Parcial**. Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 3.850 (Extraordinario), junio 18, 1986.
- **Ley Orgánica del Trabajo**. (Decreto No.1.752). (2002, abril 28).

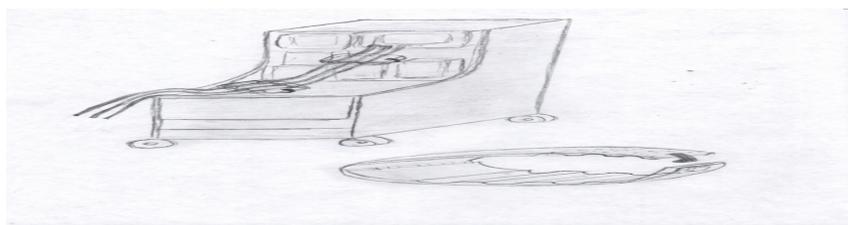
Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 5.152 (Extraordinario), junio 19, 1997.

- **Normas de Calidad y Certificados Internacionales.** [Documento en línea] Disponible [Consulta Marzo 15,2003] <http://www.medix.com.ar/mercadonacional/normas/normas.html>.
- Norma COVENIN 2249.93. **Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo.** (1993).
- Norma COVENIN 2273.91. **Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo.** (1991).
- Norma COVENIN 2339-87. **Clínicas, Policlínicas, Institutos y Hospitales Privados. Clasificación.** (1987).
- Oficina Internacional del Trabajo. (1973). **Introducción al Estudio del Trabajo.** (Ed. rev.) Ginebra, Suiza.
- **Quirófanos.** (s.f) [Documento en línea] Disponible <http://www.juliantaborda.com/quirófanos.htm> [Consulta: 2002, Mayo 26]
- **Requerimientos arquitectónicos funcionales del servicio de quirófanos de los establecimientos de salud médico asistenciales públicos y privados, emitidos por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.** Gaceta Oficial de La Republica de Venezuela. Número 36.574. Caracas, miércoles 4 de Noviembre de 1998.
- **Salud en el trabajo.** (s.f) [Documento en línea] Disponible: <file://A:\Salud en el Trabajo.htm>. [Consulta: 2002, Mayo 01]
- **Seguridad e Higiene del Trabajo en los Servicios Médicos y de Salud.** (s.f) [Documento en línea] Disponible: <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind61/ectsms/ectsms.html> [Consulta: 2002, Mayo 26].
- **Sobre Incidentes y Accidentes.**(s.f) [Documento en línea] Disponible: [http:// editor.ortopedia.rederis.es/tribuna/Art122.htm](http://editor.ortopedia.rederis.es/tribuna/Art122.htm).

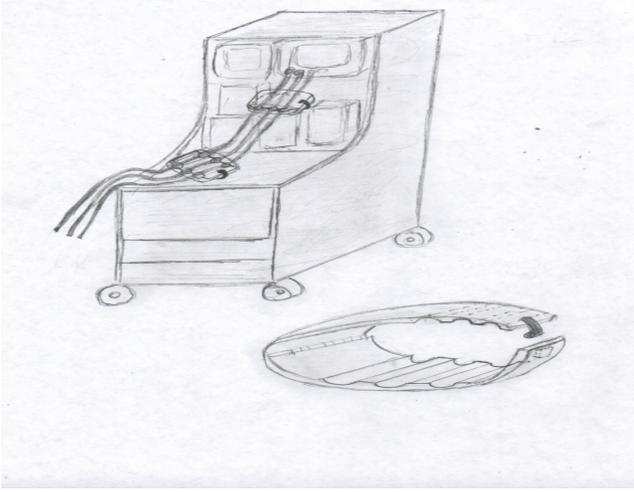
[Consulta: 2002, Junio 24].

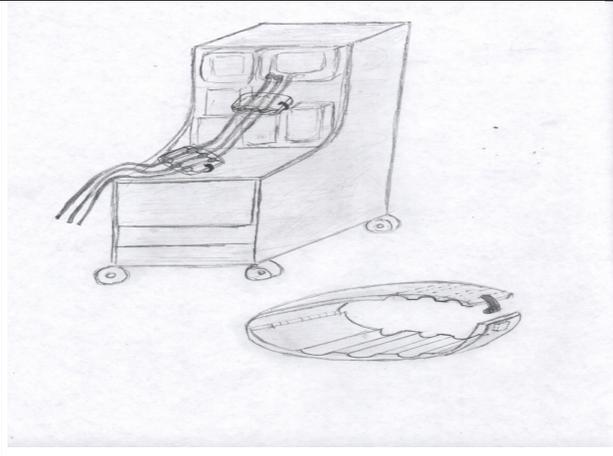
- Vázquez, Luis. (2001). *Diagnostico de Disergomías por Diseño de los Puestos de Trabajo de Instrumentistas y Neurocirujanos, Hospital J.M De Los Ríos*. Trabajo especial de investigación presentado como requisito parcial para optar al titulo de Especialista en Higiene Ocupacional, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

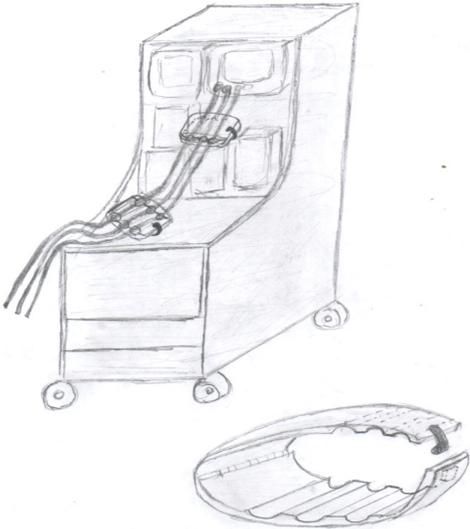




### DATOS TÉCNICOS DE LA LÁMPARA CIALITICA CASTLE SYBRON CORPORATION DAYSTAR

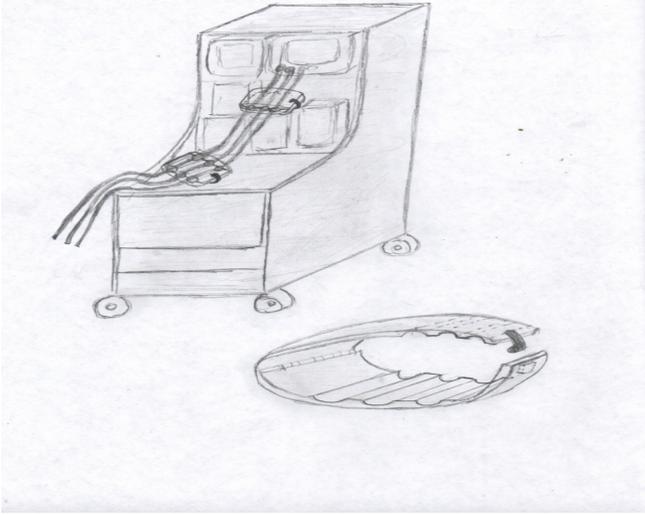
	Datos Físicos	
	Alto:	0,80m
	Ancho:	1m
	Largo del brazo móvil:	1,70m
	Peso:	60 Kg.
	Ubicación	
Esta lámpara se encuentra en el centro del techo sobre la mesa de operaciones.		
Datos Eléctricos		
Voltaje	220 V	
Frecuencia de uso	60 Hz.	
Intensidad de iluminación	1000 a 15000 lux (recomendado) 908 a 1508 lux (medidos)	
Puntos de iluminación	Seis bombillos	
Datos Mecánicos		
Movilidad	La lámpara posee un brazo móvil con el cual se puede trasladar la base de los focos de la forma mas conveniente para proporcionar.	
Iluminación	Posee seis focos individuales unidos entre si soportados por medio de un aro metálico.	
Ajuste vertical	El brazo móvil puede ser inclinado de arriba hacia abajo para ajustar la lámpara en el plano vertical	
Ajuste horizontal	Puede ser movida en el plano horizontal bajo un radio aproximado de 2m	
Otros ajustes	La base de los focos puede ser capaz de inclinarse de derecha a izquierda, adelante y hacia atrás dentro de un rango de 120 grados	
Controles	La lámpara es movilizada a través de controles mecánicos manuales	

<b>DATOS TÉCNICOS DE LA MESA ESTÁNDAR PARA ALTA CIRUGÍA</b>		
	Datos Físicos	
	Altura	0,75 m mínimo 1,20 m máximo
	Ancho	1,85 m
	Fondo	0,60 m
	Peso	180 Kg.
	Ubicación	Es colocada en el centro del quirófano.
Datos Mecánicos		
Ajuste horizontal	Se realiza mediante tres planchas (inferior 0,57 m, central 0,47 m y superior 0,6 m) de acero inoxidable recubierto con acrílico. Se utilizan en conjunto o por separado según el tipo de operación	
Planos de trabajo e inclinación	Trendelemburg 25° Trendelemburg Inv. 25° Lateralidad (Der. E Izq.) 28°	
Mecanismo de Elevación	Se efectúa mediante una bomba hidráulica blindada de alta precisión y seguridad, la cual se encuentra en el pistón de elevación. La bomba se puede accionar mediante pedales para ascenso y descenso.	
Controles	Mediante sistemas de manillas y manivelas. El movimiento de las planchas se efectúan sobre rulemanes o bujes de bronce y ejes rectificadas. La base es de tipo pesado, realizada en acero estampado, con rodamiento para su desplazamiento y sistema de freno para su bloqueo.	

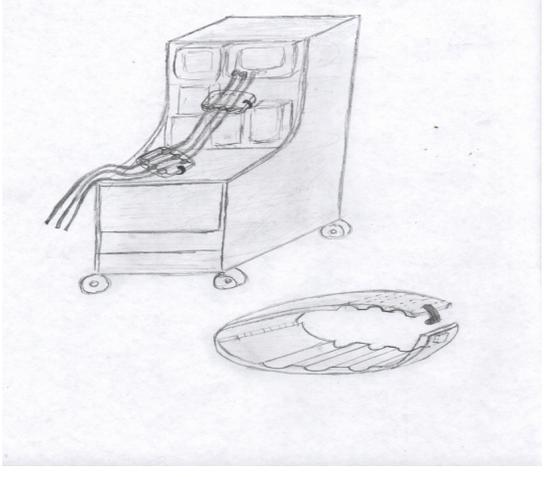
<b>MÁQUINA DE ANESTESIA. VISTA TRASERADATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA DE ANESTESIA OHMEDA EXCEL 210</b>		
	Datos Físicos	
	Peso	135 Kg.
	Altura	1,68 m
	Fondo	0,76 m
	Ancho	0,77 m
	Datos Neumáticos	Sistemas de válvulas de corte controladas por el sensor de oxígeno.
Ubicación	En la parte superior de la mesa de operaciones (hacia la cabeza del paciente) un poco alejada de la misma de tal manera que el anestesiólogo pueda cumplir sus funciones sin interrumpir al cirujano.	
Datos Eléctricos Máxima energía interna requerida	El sistema con el módulo de monitores completo: 35 w a 100/120 V C.A. Con el ventilador de anestesia 700 Electronic añadido: 60w a 100/120 V .	
Tomacorrientes a la tensión de la línea	10 Amp. Máximo 100/120 V C.A.	
Corriente de fuga	Menos de 100 microamperios a 100/120 V C.A.	
Fusibles	Dos fusibles de 5 x 20 mm, 10 Amp. Para los tomacorrientes de la línea. Un fusible de 5 x 20 mm, 0,5 Amp. Para circuitos internos a 100/120 V C.A.	
Alarma de fallo eléctrico	Suena una alarma durante 3 segundos a intervalos de 12 segundos.	



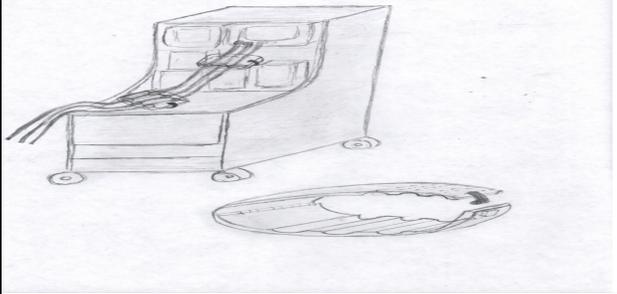
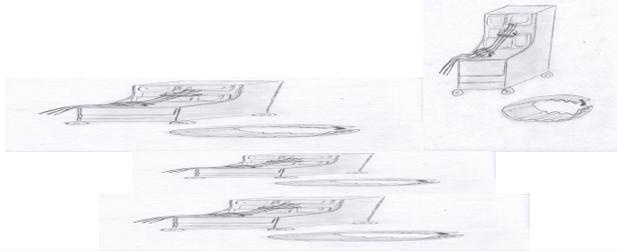
## DATOS TÉCNICOS DE LA UNIDAD DE CALENTAMIENTO QUIRÚRGICO BAIR HUGGER MODELO 505

	Datos Físicos	
	Alto :	0,33 m
	Ancho:	0,25 m
	Diámetro:	0,28 m
	Peso:	5,2 Kg.
	Temperatura de operación	
	Alta:	$43^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$
	Media:	$38^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$
Baja:	$32^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$	
Filtro:	0.2 $\mu\text{m}$ (alta eficiencia)	
Datos Eléctricos:		
Voltaje, tipo de corriente, frecuencia e intensidad.	110 - 120 V AC, 60 Hz, 9.5 Amp; 100 VAC, 50/60 Hz, 9.5 Amp; 220-240 VAC, 50 Hz, 4.5 Amp.	
Accesorios	Un ducto de salida de aire caliente conectado a un colchón de látex el cual es colocado debajo del paciente.	
Controles	Digitales con los cuales se regula la temperatura y las distintas funciones del equipo	
Ubicación	A un lado de la mesa de operaciones, en la parte inferior de la misma (hacia los pies del paciente)	

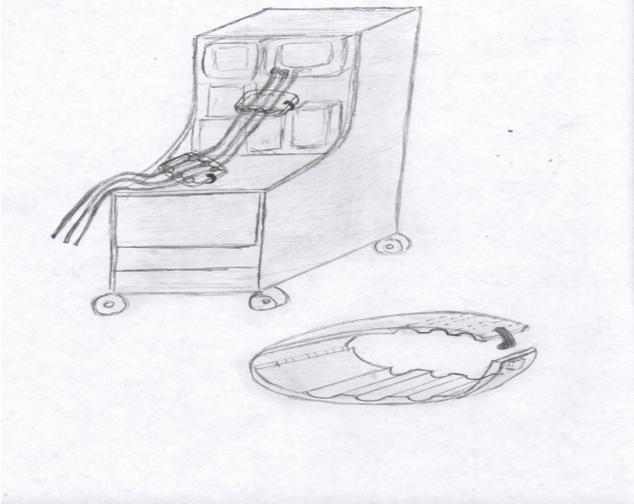
### DATOS TÉCNICOS UNIDAD DE CALENTAMIENTO DE FLUIDOS Y SANGRE BAIR HUGGER MODELO 241.

	Datos Físicos	
	Alto	0,40 m
	Ancho	0,60 m
	Fondo	0,20 m
	Peso	3 Kg.
	Ubicación	
<p>Esta equipo se encuentra unida ala equipo de calentamiento quirúrgico mediante un paral de aluminio.</p>		
Fluidos de Trabajo	Natural y fluidos libres de látex	
Velocidad del Fluido	Rata de flujo 3000 mL / hr. (50 mL / min.)	
Temperatura de Operación	El fluido llega al cuerpo con la temperatura obtenida en la descarga de la tubería.	
Volumen Primario	34 mL.	
Datos Eléctricos		
Voltaje, tipo de corriente e intensidad y frecuencia.	110 - 120 V AC, 60 Hz, 9.5 Amperes; 100 VAC, 50/60 Hz, 9.5 Amperes; 220-240 VAC, 50 Hz, 4.5 Amperes.	
Controles	Controles digitales ubicados en la parte frontal de la unidad, mediante los cuales se regula la temperatura y la velocidad del fluido que entra al cuerpo del paciente	

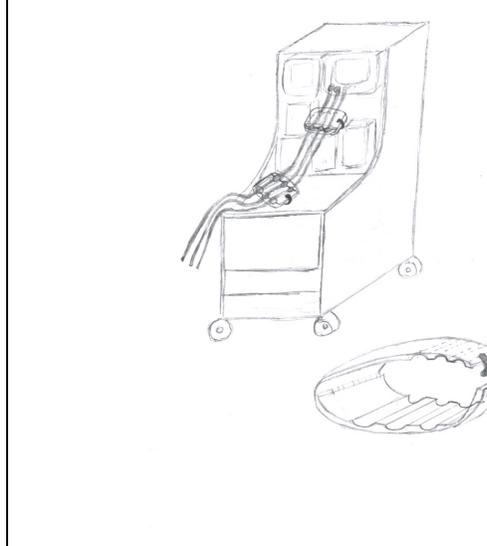
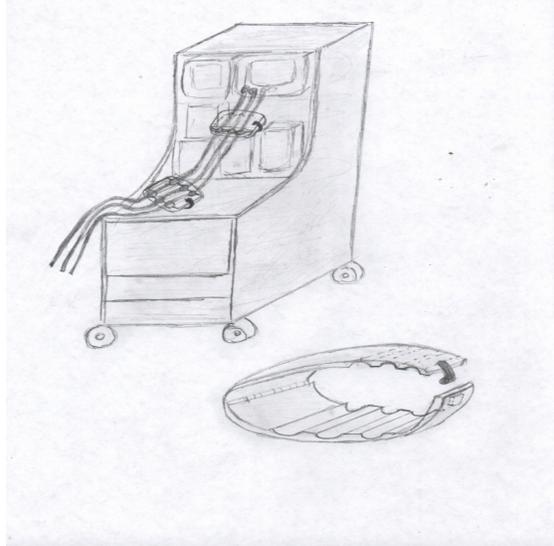
## DATOS TÉCNICOS DEL ELECTROCOAGULADOR ERBOTOM ICC 300

<b>Accesorios</b>	
	
Datos Físicos:	
Alto:	0,152 m
Ancho:	0,410 m
Fondo:	0,358 m
Peso:	10 Kg.
Datos Eléctricos	
Voltaje	240 V / 230 V / 115 V / 110 V / 100 V $\pm$ 10%
Frecuencia de energía	50 / 60 Hz
Intensidad de corriente	4 A y 230 - 240 V / 8.0 A y 100 - 115 V
Consumo de energía en modo de espera	25 watts
Consumo de energía al máximo nivel	620 watts 920 VA
Corriente de consumo en modo de espera	150 mA at 230 - 240 V / 300 mA at 100 - 115 V
Fusibles de energía	2 slow burn, 4 A at 230 - 240 V / 8 A y 100 - 115 V
Controles	Digitales
Ubicación	Este equipo se localiza en la parte inferior de la mesa de operaciones, al lado de la unidad de calentamiento. Se ubica de forma que la enfermera instrumentista pueda visualizar y manipular los controles de dicha unidad.

### DATOS TÉCNICOS DEL MONITOR DATES – OHMEDA CARDIOCAP / 5

	Alto	0,352 m
	Ancho	0,35 m
	Fondo	0,185 m
	Peso	10 Kg.
	Ubicación	Esta unidad se encuentra en el anaquel superior derecho de la maquina de anestesia
Datos Físicos		
Datos Físicos		
Voltaje y frecuencia	100 - 240V ± 10% 60/50 Hz	
Consumo máximo:	80VA	
Batería de Respaldo	Totalmente cargada: por lo menos 15 min.	
Tiempo de la carga:	Generalmente 5 horas	
Indicador de la carga:	Led verde: batería completamente cargada. Led verde intermitente: cargando.	
Condiciones de Medio Ambiente		
Temperatura de operación:	+10 - +40 ° C (50 - 95 ° F)	
Temperatura de almacenamiento y transporte:	-10 - +50 ° C (50 - 95 ° F)	
Humedad relativa:	0 - 85% sin condensar, en la vía aérea 0 - 100% condensada.	
Presión atmosférica:	660 - 1060 hPa (500 - 800 mm Hg)	
Controles	Digitales y manuales (perillas)	

### DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO DE SUCCIÓN DE FLUIDOS CORPORALES



#### Datos Eléctricos

Voltaje, frecuencia y tipo de corriente:

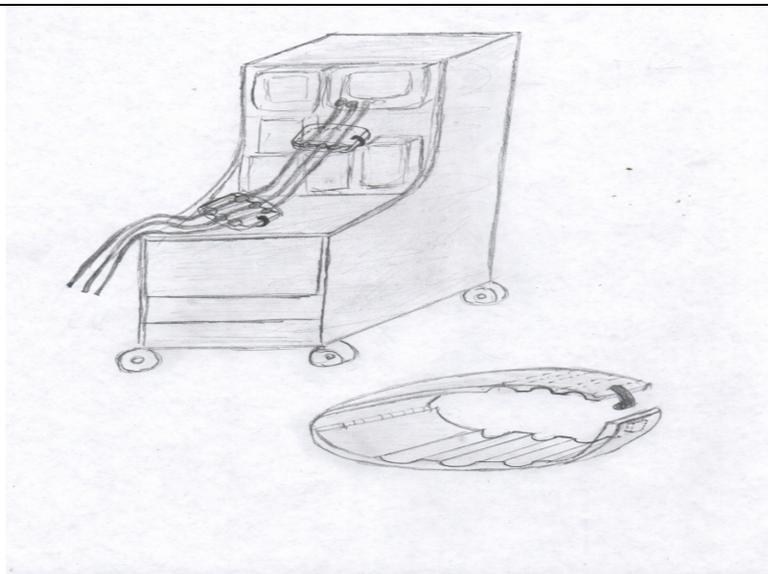
110 V, 60 Hz, A.C.

#### Datos Neumáticos

	Bajo	Medio	Alto
Nivel de presión (mm Hg)	1 – 80	80 – 120	120 – 200

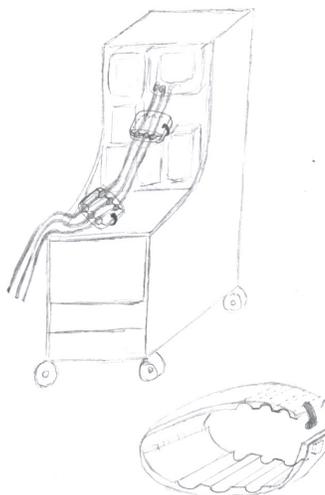
Accesorio	Posee un vaso para la recepción de fluido con una capacidad de 1350 cc. Mangueras flexibles para transportar fluido.
Controles	Los controles son de tipo manual. Un switch de encendido - apagado y una perilla de regulación del nivel de succión.
Ubicación	El vacuometro se encuentra fijo a una de las paredes del quirófano, muy cerca a el se encuentra la base donde es colocada la tapa hermética que sella el frasco y a la ves lo sostiene, dicha tapa posee dos válvulas, unas es para la manguera que proporciona el vacío al frasco y la otra es donde se coloca la manguera que succiona el fluido del cuerpo

### DATOS TÉCNICOS DE LA MESA DE INSTRUMENTAL



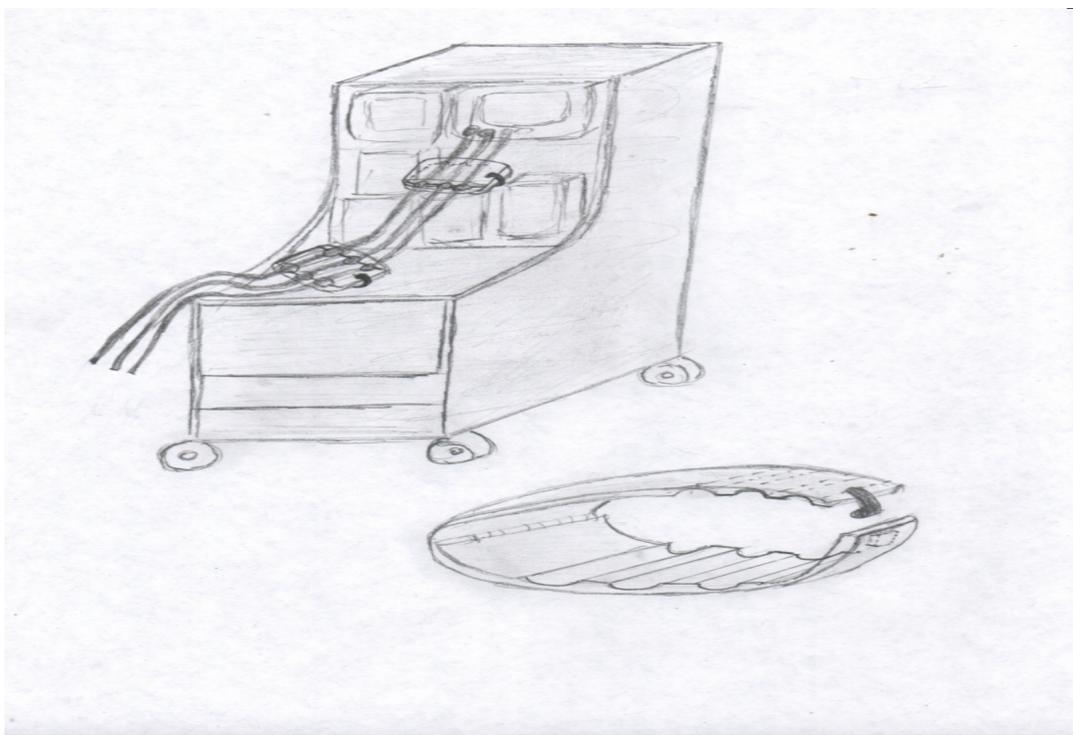
Datos Físicos	
Alto :	0,86 m
Ancho:	1,22 m
Fondo:	0,61 m
Material:	Acero inoxidable
Ubicación	Usualmente se ubica según la posición que adopte la enfermera instrumentista, a un lado o detrás de ella.
Descripción	Esta mesa posee dos tramos. El superior es utilizado para la colocación de instrumental quirúrgico necesario durante todas las fases de la intervención. En el segundo tramo se colocan los instrumentos ya utilizados o los que se encuentran contaminados. La mesa posee ruedas para facilitar el desplazamiento de la misma.

### DATOS TÉCNICOS DE LA MESA DE MAYO



Datos Físicos	
Altura:	1,48 m máximo 0,69 m mínimo
Ancho:	0,535 m
Fondo:	0,405 m
Material:	Acero inoxidable
Ubicación	Es colocada sobre el paciente a nivel abdominal.
Descripción	Esta mesa forma parte del puesto de trabajo de la enfermera instrumentista, es de altura ajustable y posee dos patas horizontales las cuales son colocadas debajo de la base de la mesa de operaciones para proporcionar estabilidad. En una bandeja metálica y sobre la mesa, se coloca el instrumental quirúrgico necesario durante una fase de la operación.

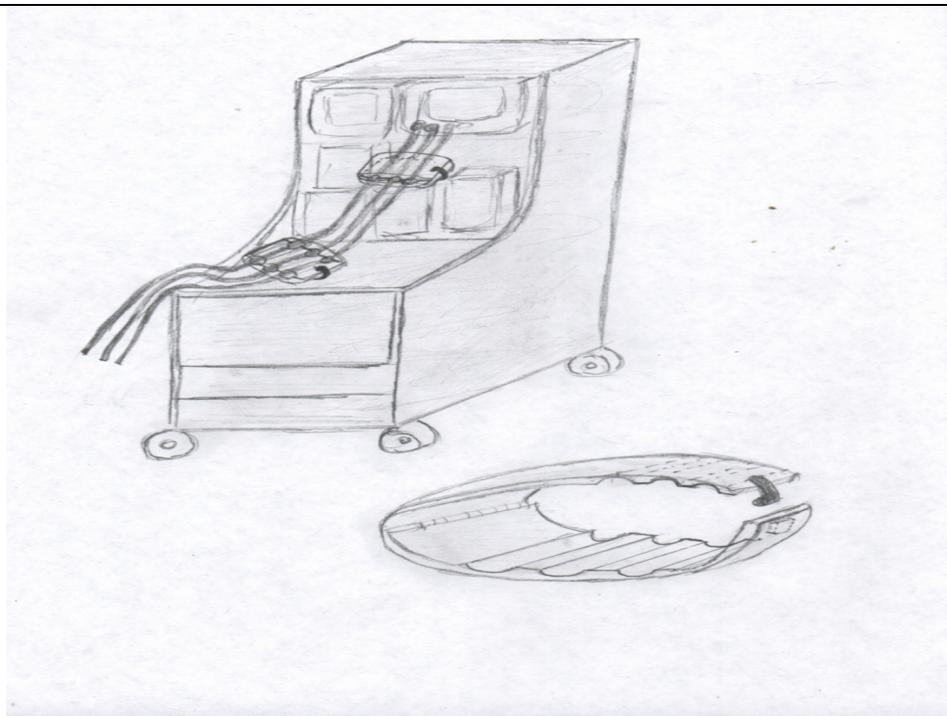
### DATOS TÉCNICOS DE LOS ESCABELES



#### Datos físicos

Escabeles	Grande (2 pasos)	Mediano	Pequeño
Alto :	1° paso: 0,19 m 2° paso: 0,17 m	0,20 m	0,22 m
Ancho:	0,685 m	0,455 m	0,363 m
Fondo:	1° paso: 0,29 m 2° paso: 0,46 m	0,31 m	0,287 m
Material :	Los tres escabeles se encuentran contruidos en aluminio recubierto con goma plástica antiresbalante.		
Ubicación	Al inicio de la operación o cuando no se necesita este equipo, el mismo se encuentra localizado al lado del estante para insumos o debajo de la lámpara para ver placas. Durante una intervención este equipo es colocado a los pies de la persona que lo necesite.		

### DATOS TÉCNICOS DE LOS BALDES RODANTES



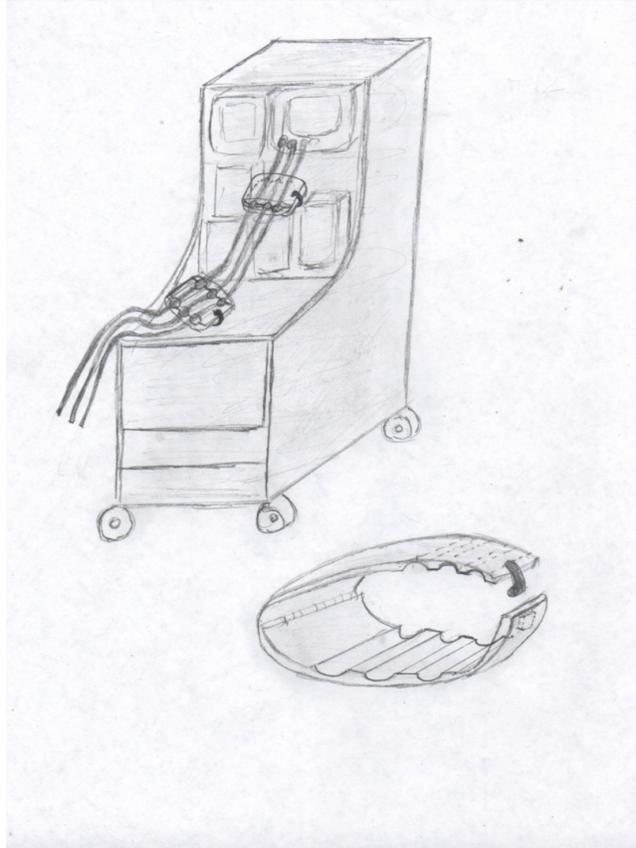
Datos Físicos	
Altura :	0,32 m
Diámetro:	0,30 m
Ubicación	Junto a la base de la mesa de operaciones, hacia la pared inferior de la misma.
Descripción	Son baldes provistos de ruedas, los cuales se colocan en conjuntos de tres, ya que son destinados para desechar las compresas, gasas y algodones. Siempre se encuentran a la vista de la enfermera instrumentista ya que ella debe llevar la cuenta del material antes mencionado.

### DATOS TÉCNICOS DEL PORTA BOLSAS (porta faena)



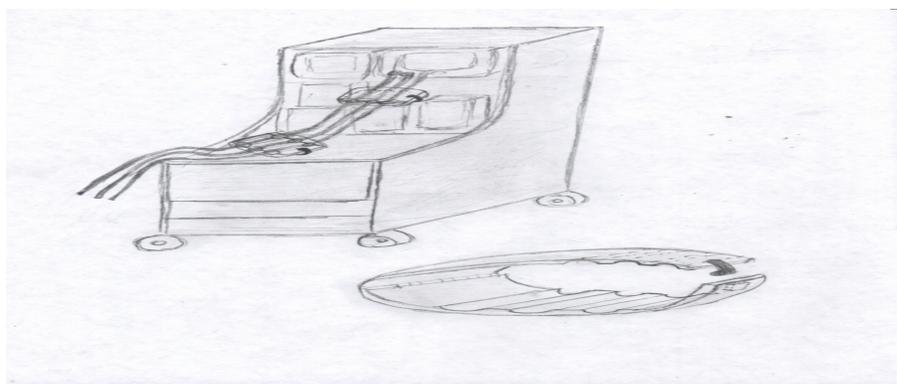
Datos Físicos	
Altura:	0,87 m
Ancho:	0,79 m
Diámetro:	0,345 m
Material	Acero inoxidable y fundición de acero
Ubicación	Este equipo es colocado lejos del área aséptica , por lo general adyacente a una de las paredes
<b>Descripción</b>	Sirve para el traslado de la basura y cualquier otro material de desecho o contaminado.

### DATOS TÉCNICOS DE LA SILLA PARA ANESTESIOLOGO

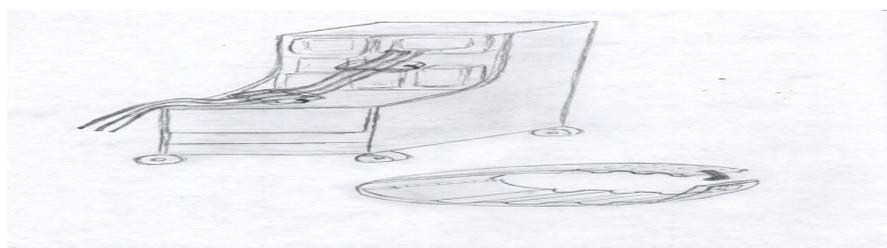
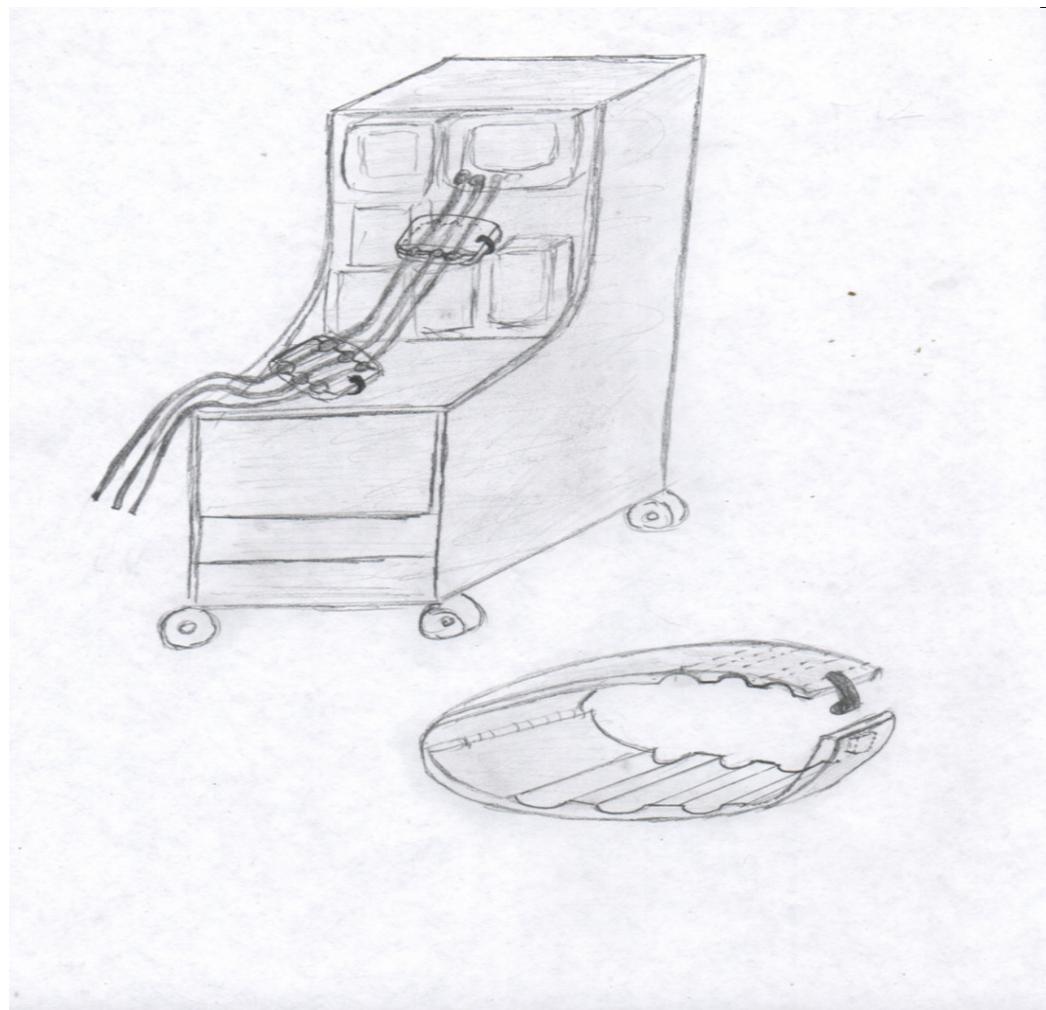


#### Datos Físicos

	Espaldar	Asiento
Ancho	0,50 m	0,49 m
Alto	0,36 m	0,38 m
Fondo	0,05 m	0,44 m
Material	Vinil	
Ubicación	Se localiza al lado o enfrente de la maquina de anestesia	

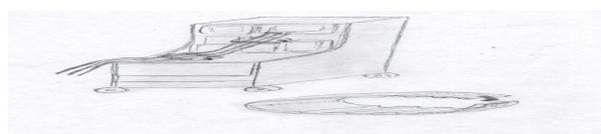
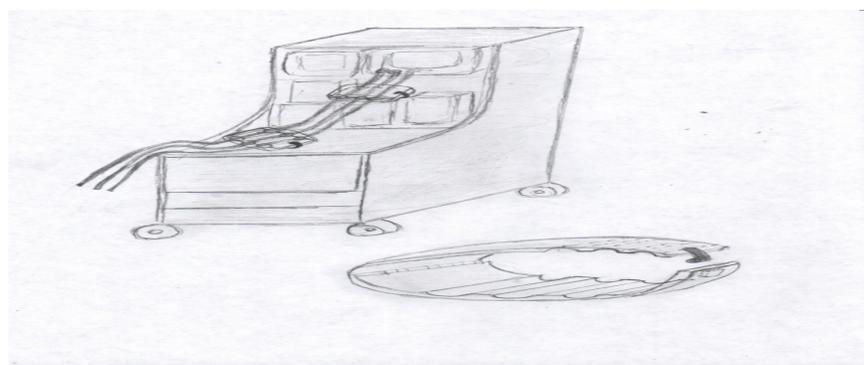
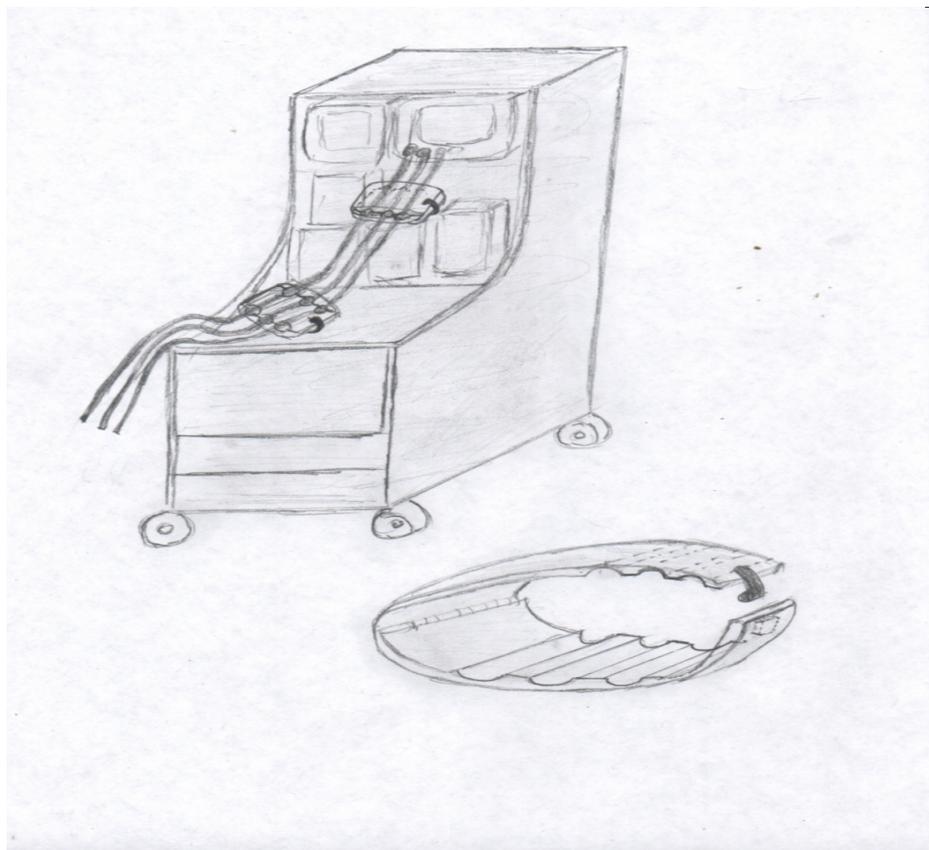


**UBICACIÓN, CIRCULACION Y ACCESO FÁCIL DEL NEUROCIRUJANO Y DEL RESIDENTE DE CIRUGÍA**

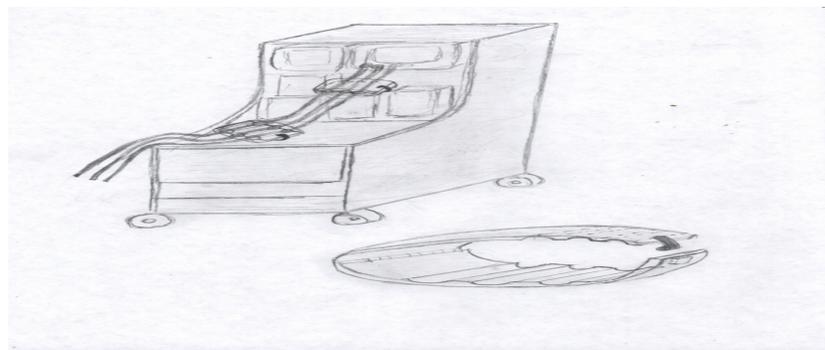
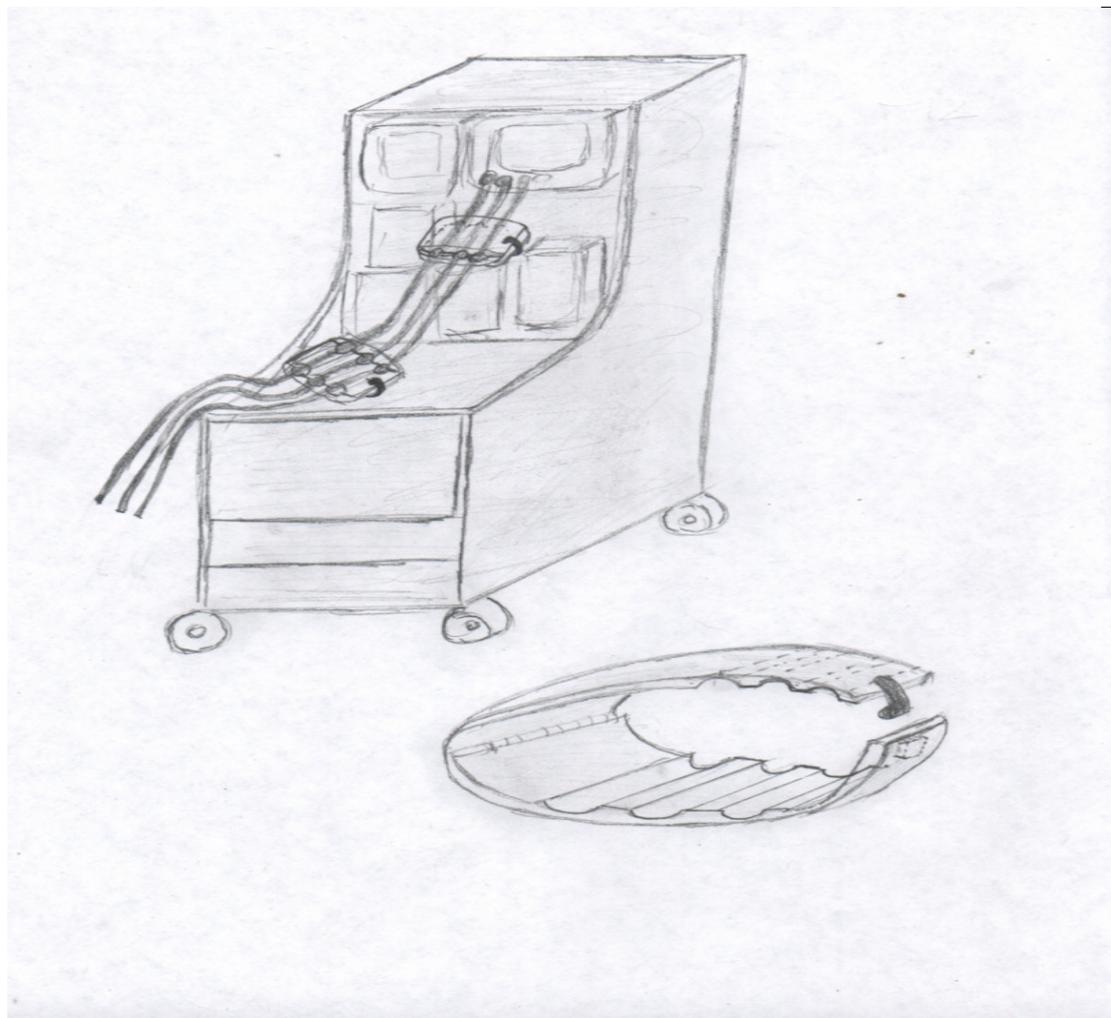




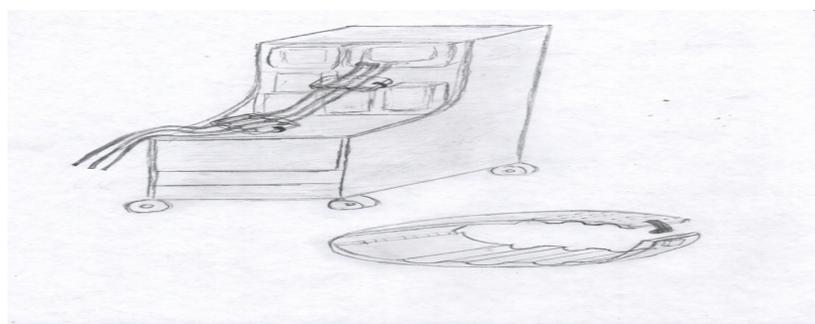
**UBICACIÓN Y ACCESO FÁCIL DEL ANESTESIOLOGO, RESIDENTE Y CIRCULANTE DE ANESTESIOLOGÍA.**



**UBICACIÓN, CIRCULACIÓN Y ACCESO FÁCIL DE LA ENFERMERA  
INSTRUMENTISTA Y CIRCULANTE DE CIRUGÍA**







## Análisis Ergonómico por Puestos de Trabajo

## MAPFRE

<b>Empresa:</b>	<b>División:</b>
<b>Sección:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Puesto de trabajo:</b>	<b>Código:</b>
<b>Preparación profesional:</b>	

<b>Equipos, útiles y materiales:</b>
--------------------------------------

<b>Descripción de las tareas:</b>
-----------------------------------

## Valoración

Profesiograma del puesto de trabajo	Análisis					Trabajador					Observaciones
	1	2	3	4	5	++	+	●	-	--	
1 Equipamiento. Disposic. espacio											
2 Carga física estática-postural											
3 Carga física dinámica											
4 Atención. Coordin sensomotriz											
5 Complejidad. Cont. trabajo											
6 Autonomía y decisiones											
7 Monotonía y repetitividad											
8 Comunic. Y relaciones sociales											
9 Turnos. Horarios. Pausas											
10 Riesgos de accidentes											
11 Contaminantes químicos											
12 Ruido y vibraciones											
13 Condiciones térmicas											
14 Iluminación. amb. cromático											
15 Radiaciones. Otros fact amb.											

**1.Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo:**

<b>VALORACIÓN:</b> 1.Equipamiento. disposición del espacio	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**2. Carga física estática – postural**

Postura	Duración de cada postura [min. o seg.]	Frecuencia de la postura por hora	Duración total de la postura
<b>SENTADO:</b>			
Normal			
Inclinado			
Brazos por encima de los hombros			
<b>DE PIE:</b>			
Normal			
Brazos en extensión Frontal			
Brazos por encima de los hombros			
Inclinado			
Muy inclinado			
<b>ARRODILLADO:</b>			
Normal			
Inclinado			
Brazos por encima de los hombros			
<b>TUMBADO:</b>			
Brazos por encima de los hombros			
<b>AGACHADO:</b>			
Normal			

Brazos por encima de los hombros				
----------------------------------	--	--	--	--

<b>OBSEVACIONES:</b>
----------------------

<b>VALORACIO:</b> 2. Carga física estática- postural	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	●	-	--

### 3. Carga física dinámica

		NOTAS
Trabajo manual		
Trabajo mecanizado		
Trabajo mixto		

Peso medio: \_\_\_\_\_ Kg./ frecuencia: \_\_\_\_\_

Peso máximo: \_\_\_\_\_ Kg./ frecuencia: \_\_\_\_\_

#### Carga dinámica

Concepto	Carga metabólica Kcal. / hora
Carga estática-postural	
Desplazamiento	
Esfuerzos musculares	
Transporte y elevación	
Metabolismo basal	
<b>METABOLISMO TOTAL</b>	

Movimiento de cargas (método NIOSH)

Estándar

Simplificado


Operación: \_\_\_\_\_

Limite de acción (L.A.) \_\_\_\_\_

Limite máximo permitido (L.M.P) \_\_\_\_\_

<b>OBSEVACIONES:</b>
----------------------

<b>VALORACION:</b> 3. Carga fisica dinámica	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**4. Atención. Coordinación sensomotriz**

	alto	medio	bajo	NOTAS
<b>Esfuerzos sensoriales</b>				
Visuales				
Auditivos				
Táctiles				
Otras				
<b>Atención</b>				
Concentrada				
Distribuida				
Continua				
Intermitente				
Hipervigilancia				
Hipovigilancia				
Otras				

<b>Coordinación sensomotora</b>				
Destreza táctil				
Viso-manual				
Bimanual				
Mano-pie				
Otras				

**OBSEVACIONES:**

<b>VALORACION:</b> 4. Atención. Coordinación sensomotriz	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**5. Complejidad y contenido del trabajo**

	Frecuente	A veces	Casi nunca	NOTAS
Trabajo en serie				
Trabajo en cadena				
Trabajo alternado				
Rotación de tareas				
Polivalencias				
Sobre cargas cualitativas				
Sobre cargas cuantitativas				

Presión de	Tiempos				
	Plazos				
	Calidad				
	Velocidad				

	Otros				
--	-------	--	--	--	--

Ambigüedad de rol	Que hacer				
	Como				
	Cuando				
	Para que incidentes				
	Otros				

**OBSEVACIONES:**

<b>VALORACION:5.</b> Complejidad y contenido de trabajo	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**6. Autonomía y decisiones**

	alta	media	baja	NOTAS
Autonomía sobre el orden de las operaciones				
Autonomía sobre el ritmo				
Necesidad de iniciativa				
Enlazamientos de trabajo				
Normas de calidad estrictas				

Control sobre:	Propias piezas o trabajos				
	Retoques				
	Puesta punto máquinas				

	incidentes				
	Otros				

Consecuencias de los errores:	Omisibles				
	Poca repercusión				
	Repercusión media				
	Repercusión importante				

**OBSEVACIONES:**

<b>VALORACIO:</b> 6. autonomía y decisiones	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**7. Monotonía y repetitividad**

Tareas principales	N ° medio de operaciones	Duración media por ciclo	% Tiempo de trabajo

**OBSEVACIONES:**

<b>VALORACION:</b> 7. Monotonía y repetitividad	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**8. Comunicación y relaciones sociales**

		frecuente	A veces	Casi nunca	NOTAS
Contactos formales	Jefes				
	Compañeros				
	Subordinados				
	Externos				
	Otros				

Barreras comunicación formal	Aislamiento físico				
	Separación física				
	Ruido				
	Organización				
	Exigencia del trabajo				
	Otras				

Posibilidad de ausentarse				
---------------------------	--	--	--	--

**OBSEVACIONES:**

VALORACIO:8. Comunicación y relaciones sociales	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

### 9. Turnos y horarios

			<b>NOTAS</b>
Turnos	Mañanas		
	Tarde		
	Noche		
	Rotatorio		

Periodos rotacional:
Fines de semanas libres:

Horarios	Continuado		
	Partido		
	Flexible		
	Otros		

Pausas	Fijas		
	Autoadministradas		
	otros		

Desplazamientos del trabajo fuera de la empresa (duración, lugares, frecuencias):

---



---



---

<b>OBSEVACIONES:</b>
----------------------

<b>VALORACION:</b> 9. Turnos y horarios	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

### CONDICIONES FÍSICO - AMBIENTALES

<b>10. Riesgos de accidentes:</b>
Accidentes ocurridos:
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>VALORACION:</b> 10. Riesgos y accidentes	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

### 11. Contaminantes químicos

Sustancia	Tiempos de exposición	Concentración media	Concentración equivalente 8 h / día	Concentración límite admisible

#### OBSERVACIONES:

VALORACION:11. Contaminantes químicos	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

### 12. Ruido / Vibraciones

Tipo	Tiempo de exposición	Concentración equivalente [dB]

#### OBSERVACIONES:

VALORACION:12. Ruido / Vibraciones	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

## 13. Condiciones térmicas

Fecha de la medición	Temp. seca °C	Humedad relativa %	Velocidad del aire m / s	Temp. del globo	Temp. equivalente	Índice W.B.G.T. (ISO-7243)		Índice P.M.V. (ISO-7730)	
						Temp.	Índice	P.M.V.	P.P.D.
<b>OBSERVACIONES:</b>									

<b>VALORACION: 13. Condiciones térmicas</b>	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

## 14. Iluminación ambiente cromático

Tipo iluminación artificial	Disposiciones	Niveles [lux]	Medido	Recomendado
Incandescente	General	Natural		
Fluorescente	Localizada	Artificial		
Vapor de Hg.	Auxiliar	Combinada		
Otros	Otras	Otras		

Luminancias	Origen	Nivel en cd / m <sup>2</sup>
Luminancias campo visual (máx.-min.)		
Deslumbramiento		

**OBSERVACIONES:**

<b>VALORACIO:</b> 14. Iluminación ambiente cromático	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**15. Radiaciones**

Grupo	Tipo	Dosis o valor medio	Valor limite admisible	Observaciones
Ionizantes	Rayos x			
	Radioisótopos			
	Otros			
No ionizantes	Ultravioleta			
	Infrarroja			
	Radiofrecuencia			

**OBSERVACIONES:**

<b>VALORACIO:</b> 15. Radiaciones / otros	Análisis	1	2	3	4	5
	Trabajador	++	+	•	-	--

**RESUMEN RECOMENDACIONES EVALUACIÓN  
ERGONÓMICA**

**MAPFRE**

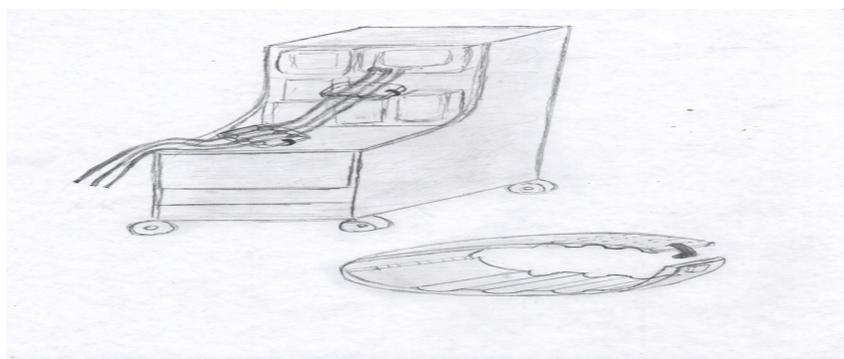
<b>Empresa:</b>	<b>División:</b>
<b>Puesto de trabajo:</b>	<b>Código:</b>

Factores	Tipos De Medidas			
	Técnicas / sistemas de protección	Organizativas / administrativas	Informativas / Formativas	Otras
<b>Espacio físico y carga física (1-3)</b>				
<b>Atención carga sensorial y mental (4-5)</b>				
<b>Autonomía y repetitividad (6 7)</b>				

---

---

<b>Comunicación y relaciones sociales (8)</b>				
<b>Turno y horarios (9)</b>				
<b>Riesgos y accidentes (10)</b>				
<b>Factores higiénicos (11-15)</b>				



Universidad Central de Venezuela

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Trabajo Especial de Grado:

**Rediseño del Quirófano de Intervenciones de Neurocirugía del Hospital J. M de los Ríos Sobre la base de un Estudio Ergonómico.**

Entrevista a ser realizada al personal que labora dentro del quirófano de intervenciones de neurocirugía del hospital J. M de los Ríos para determinar la evaluación del puesto de trabajo según la apreciación del trabajador.

La entrevista será realizada a cada miembro, los cuales deberán contestar las preguntas realizadas según la valoración que se indica a continuación:

- ++ Muy Aceptable.
- + Aceptable.
- Neutro.
- Desfavorable.
- Muy Desfavorable

### Entrevista para Determinar la Evaluación del Puesto de Trabajo Según la Apreciación del Trabajador

<b>Empresa:</b>	<b>División:</b>
<b>Sección:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Puesto de trabajo:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Preparación profesional:</b>	<b>Apellido:</b>

<i>Evaluación</i>	VARIACION				<i>Observaciones</i>
	+	+	• -	--	
1. Cual es su apreciación con respecto a los equipos y la distribución de los mismos dentro del quirófano:					
2. El tiempo y el tipo de postura que usted adopta durante su jornada labora, le produce una carga estática(mantener una postura					
3. Los desplazamientos realizados, las cargas o pesos que usted maneja en su jornada consideran que son.					
4. La coordinación sensomotora y la atención que usted mantiene durante sus actividades son					
5. La complejidad de sus actividades y el contenido de su trabajo considera usted que es					
6. En su puesto de trabajo el nivel de autonomía y toma de decisiones es:					
7. Las actividades que usted realiza durante su jornada laboral presentan un nivel de monotonía:					
8. Las relaciones formales con sus compañeros, superiores o subordinados es considerada como :					

Evaluación	Valoración					Observaciones
	+	+	•	-	--	
9. Durante su jornada de trabajo, los turnos, horario, rotaciones, así como las pausas que usted puede realizar son:						
10. Considera usted que los riesgos y accidentes que pueden ocurrir en su entorno laboral pueden ser						
11. Considera usted que los agentes tóxicos en su entorno laboral presentan un nivel.						
12. El ruido y vibraciones al cual usted se encuentra expuesto en su entorno laboral presentan un nivel:						
13. Su entorno laboral presenta un nivel de confort térmico:						
14. El nivel de iluminación y el ambiente cromático (colores del ambiente) existente en su entorno laboral, considera usted que es:						
15. Considera usted que el nivel de radiaciones al cual se encuentra expuesto en su ambiente laboral es :						

En general. Cuales son los puntos que usted considera representan un problema en su puesto de trabajo en el quirófano durante una intervención. Cuales serían las acciones que usted tomaría para solventar dicha problemática.:

---



---



---



---



---



---



---



---



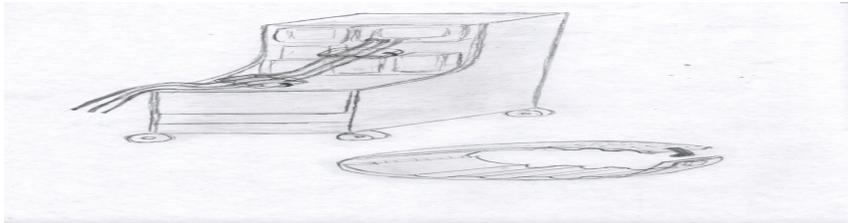
---



---

**Evaluación de las Dolencias Sufridas por el Personal que Labora Dentro del  
Quirófano de Neurocirugía del Hospital J. M. de los Ríos**

1. ¿ Ha sufrido alguna dolencia ocasionada por las posturas adoptadas durante su jornada laboral?
2. Que tipo de dolencia ha sufrido
3. ¿ Se ha visto en la necesidad de tomar reposo, al sufrir dolencias causadas por posturas adoptadas en su labor diaria?
4. ¿ Cuantas veces y cuanto tiempo ha estado de reposo?
5. ¿ Toma usted alguna medida para relajar su cuerpo durante su jornada laboral?. Si lo hace, ¿ cuales son?
6. Durante su jornada laboral, cuanto tiempo estima usted permanece:  De pie: Sentado (a):
7. ¿ Adopta usted alguna otra postura?



Fórmula general: de Spitzer y Hettinger (1966) (Ferrer et al, 1995)

$$E = N * L * (K_{T.ida} + K_{T.vuelta}) + H_1 * (K_L + K_B) + H_2 * (K_s + K_D)$$

E = Consumo energético en Kcal. / h.

N = Número de veces de la operación. = 2 veces x hora

L = Longitud del recorrido en metros. = 10 m

H<sub>1</sub> = Distancia de elevación de la carga respecto al cuerpo en metros. = 0

H<sub>2</sub> = Altura del desnivel vertical del recorrido en metros. = 0

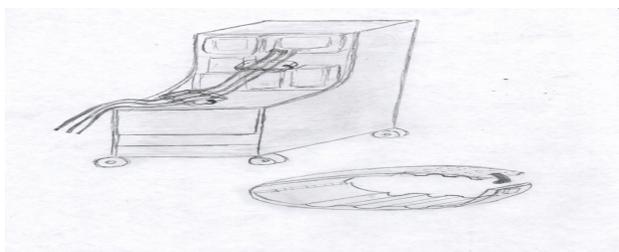
Calculo tipo: enfermera circulante

$$E = 2 * 10 * (0,049 + 0,049) + 1 * (0,35 + 0,09)$$

$$E = 2,40 \text{ Kcal. / h}$$

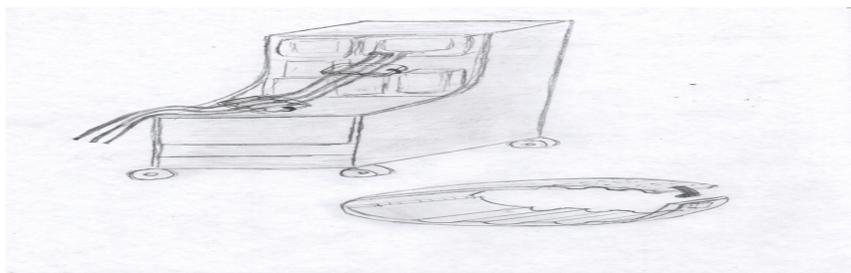
**Consumo según la importancia de la carga desplazada, levantada o subida en  
Kcal. / m.**

<b>Carga</b>	<b>K. Llevar (K<sub>T</sub>)</b>	<b>K. Levantar (K<sub>L</sub>)</b>	<b>K. Bajar (K<sub>B</sub>)</b>	<b>K. Subir (K<sub>S</sub>)</b>	<b>K. Descenso (K<sub>D</sub>)</b>
0	0,047	0,32	0,08	0,73	0,20
2	0,049	0,35	0,09	0,74	0,21
5	0,051	0,38	0,11	0,75	0,22
7	0,052	0,41	0,14	0,77	0,24
10	0,054	0,49	0,18	0,80	0,27
12	0,056	0,53	0,21	0,83	0,30
15	0,059	0,60	0,26	0,86	0,33
18	0,062	0,66	0,32	0,90	0,37
20	0,065	0,75	0,36	0,93	0,40
22	0,068	0,83	0,40	0,96	0,42
25	0,072	0,94	0,46	1,00	0,46
27	0,076	1,04	0,52	1,02	0,48
30	0,080	1,19	0,59	1,07	0,52
32	0,083	1,32	0,67	1,11	0,55
35	0,090	1,52	0,75	1,15	0,59
37	0,094	1,68	0,82	1,18	0,62
40	0,100	1,90	0,94	1,24	0,67
45	0,111	2,37	1,20	1,33	0,76
50	0,12	2,97	1,55	1,42	0,86



## ANEXO N° 6 LUXÓMETRO





Iluminación general : 4 lámparas de luz fluorescente con 2 bombillos de 40 w cada una, distribuidas en dos columnas y dos filas

<b>N ° de mediciones</b>	<b>r1</b>	<b>r2</b>	<b>r3</b>	<b>r4</b>
1	685	540	421	407
2	678	539	420	408
3	682	541	418	412
4	683	542	421	408
5	680	543	423	413
<b>Σr</b>	682	541	421	410

$$R = \Sigma r / 4 = (682+541+421+410) / 4 \Rightarrow R = 513,5$$

<b>N ° de mediciones</b>	<b>q1</b>	<b>q2</b>	<b>q3</b>	<b>q4</b>
1	509	391	600	360
2	515	392	603	365
3	517	397	599	372
4	519	400	602	374
5	518	405	601	370
<b>Σq</b>	516	397	601	369

$$Q = \Sigma q / 4 = (516+397+601+369) / 4 \Rightarrow Q = 470,75$$

<b>N ° de mediciones</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>
1	401	43	403	362
2	404	542	399	352
3	408	539	398	361
4	407	537	394	362
5	408	538	397	365
<b>Σq</b>	406	540	399	362

$$T = \Sigma t / 4 = (406+540+399+362) / 4 \Rightarrow T = 426,75$$

<b>N ° de mediciones</b>	<b>p1</b>	<b>p2</b>
1	208	210
2	207	209
3	206	208
4	209	207
5	208	206
<b>Σp</b>	208	208

$$P = \Sigma p / 2 = (208+208) / 2 \Rightarrow R = 208$$

$$E = ( R * (n-1) * (m-1) + Q * (n-1) + T * (n-1) + P ) / n * m$$

$$E = ( 513,5 + 470,75 + 426,75 + 208 ) / 4$$

$$\Rightarrow E = 404,75 \text{ Lux de iluminación general.}$$

**Iluminación localizada por puesto de trabajo: lámpara cialítica**

A1: intensidad baja

A2: intensidad media

A3: intensidad alta.

Puesto de trabajo del neurocirujano: en la parte superior de la mesa quirúrgica.

<b>N ° de mediciones</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
1	9100	10060	14930
2	9090	10150	14990
3	9050	10510	15140
4	9080	10420	15190
5	9100	10120	15130
<b>ΣA</b>	9080	10260	15080

Puesto de trabajo enfermera instrumentista: lado derecho del quirófano

Plano de trabajo: mesa de mayo.

<b>N ° de mediciones</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
1	626	720	730
2	625	721	731
3	624	719	729
4	625	721	732
5	626	720	733
<b>ΣA</b>	625	720	731

Plano de trabajo: mesa del instrumental.

<b>N ° de mediciones</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
1	578	601	626
2	568	603	630
3	563	605	632
4	565	604	631
5	562	606	633
<b>ΣA</b>	567	604	630

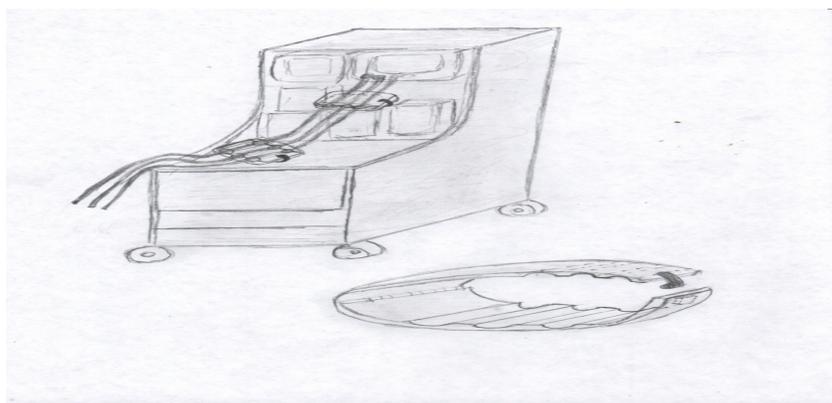
Puesto de trabajo de la enfermera instrumentista: lado izquierdo del quirófano

Plano de trabajo: mesa de mayo.

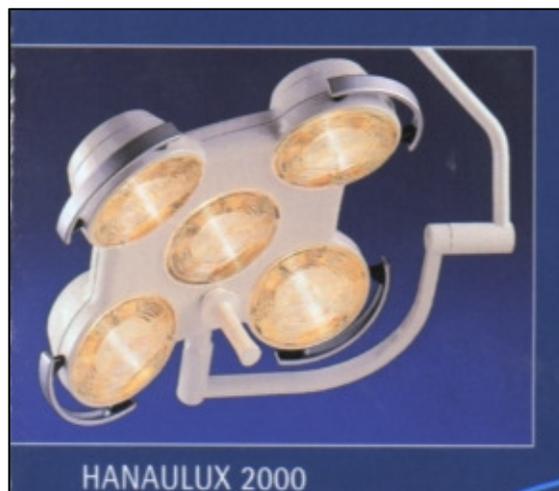
<b>N ° de mediciones</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
1	548	634	644
2	546	641	646
3	549	636	645
4	550	632	643
5	551	633	640
<b>ΣA</b>	549	635	642

Plano de trabajo: mesa instrumental.

<b>N ° de mediciones</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
1	509	546	590
2	508	547	588
3	505	545	586
4	506	541	588
5	508	545	590
<b>ΣA</b>	507	545	588



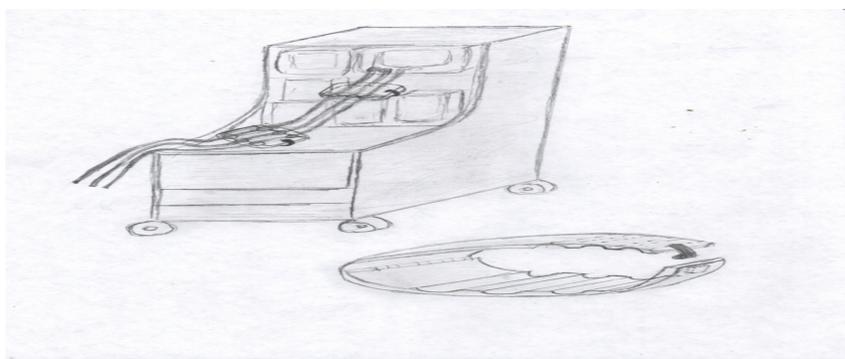
**HANAULUX SERIE 2000. SIEMENS**



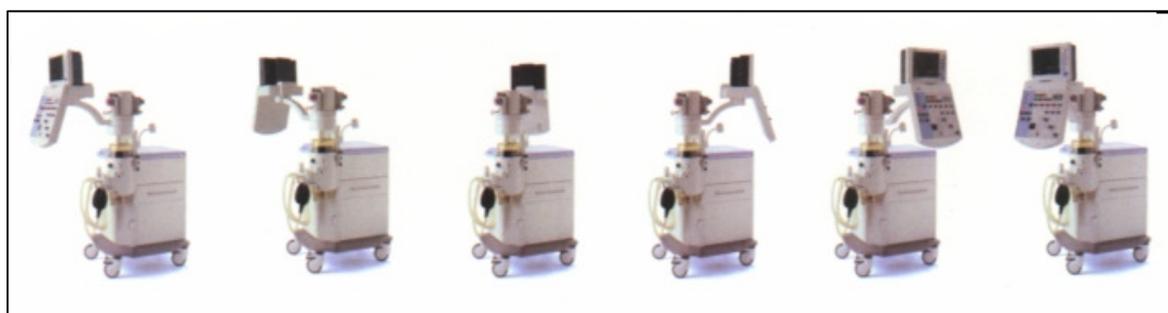
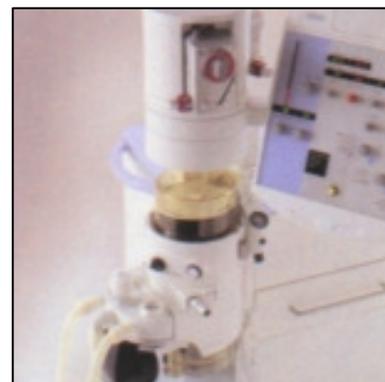
## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

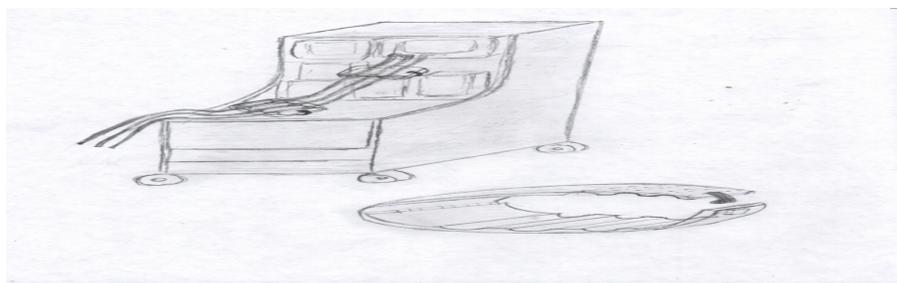
OR light model	Light intensity	Smallest field size	Largest field size
HANAULUX 2002 <i>i</i>	55,000 Lux	17 cm	25 cm
HANAULUX 2003 <i>i</i>	80,000 Lux	17 cm	25 cm
HANAULUX 2004 <i>i</i>	100,000 Lux	17 cm	25 cm
2004 <i>iXL</i>	80,000 Lux	20 cm	28 cm
HANAULUX 2005 <i>i</i>	130,000 Lux	17 cm	25 cm
2005 <i>iXL</i>	100,000 Lux	20 cm	30 cm
HANAULUX 2007 <i>iXL</i>	130,000 Lux	20 cm	35 cm

Focusable at a distance of	70–140 cm
Temperature increase at surgical site (at 100,000 Lux)	max. 15 °C*
Temperature increase at head height (10 cm below lighthouse)	2 °C
Colour temperature	4,300 K
Diameter/height of action space	max. 420 / 115 cm
Angle of rotation	unlimited



**ANEXO N ° 9. MÁQUINA DE ANESTESIA ESTACION DE TRABAJO  
ERGONÓMICO KION. SIEMENS**





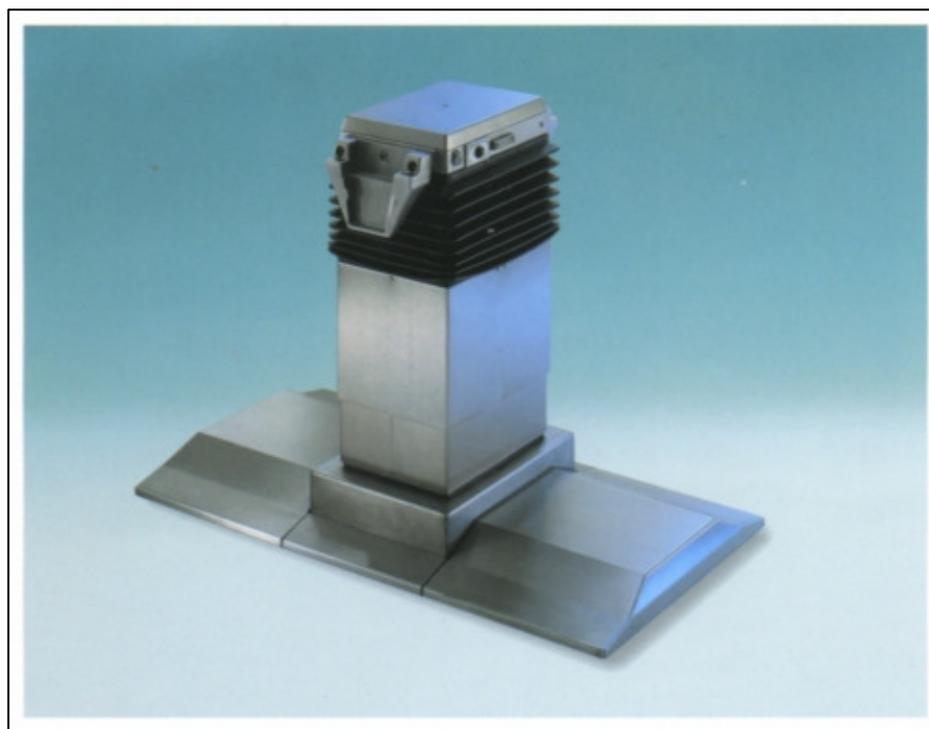
**MOVIL.  
BETAMAQUET 1140. SIEMENS.**



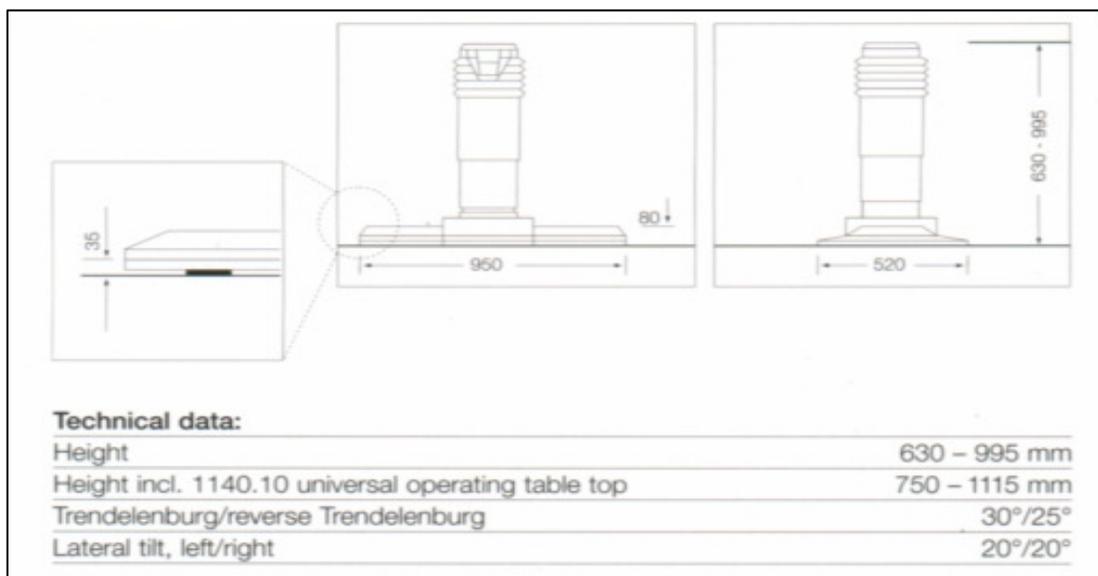
Mesa completa



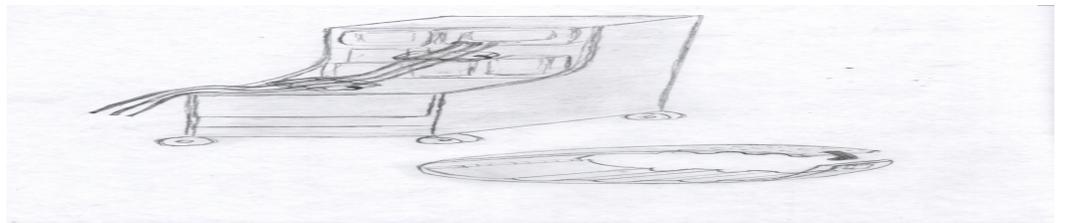
Base móvil



Base fija



Especificaciones técnicas

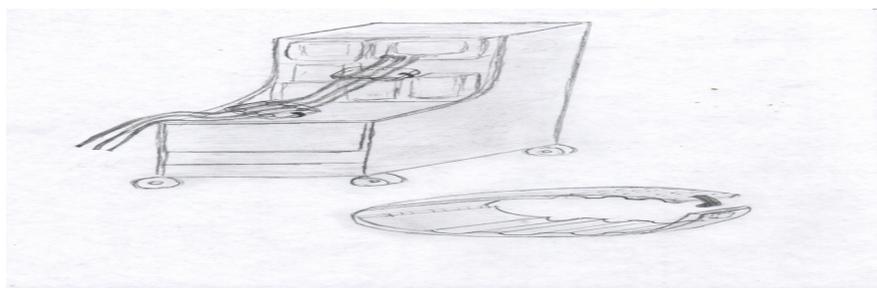


## ANEXO N° 11 SILLAS ERGONÓMICAS



## SILLA ERGONÓMICA PARA CIRUJANO





**ANEXO N ° 12. BRAZOS MÓVILES. HANAUPOT. SIEMENS**

