



Universidad Tecnológica de la Mixteca

*“Análisis y propuesta de mobiliario ergonómico
para los oficiales del taller de balconearía”*

Tesis para obtener el título de
Ingeniero en Diseño presenta:

Rommel Coronel García

Director:

M.D.I. José Luis Jasso Ríos Montañez

Huajuapán de León, Oaxaca, Julio de 2012

Agradecimientos

A mis padres Estela García Mendoza y Romeo Coronel Geminiano por el apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A mi esposa Nubia, a mis hijos Romeo y Fernando que me han acompañado durante el desarrollo de este proyecto, dándome el apoyo y el ánimo para su conclusión.

A mi familia por los consejos y el apoyo sincero brindado.

A mi asesor de Tesis M.D.P. José Luis Jasso Ríos Montañez por los conocimientos necesarios para desarrollar y encaminar este trabajo.

A mis revisores, profesores y personal de los talleres de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, por los conocimientos otorgados durante mis años de estudio.

A los oficiales de los talleres de balconería de la villa de Zaachila, pues sin su apoyo este proyecto nunca se hubiera realizado.

Índice

Introducción	8
I. Planteamiento del Problema	10
II. Justificación	12
III. Objetivos	12
IV. Metodología	13

Capítulo I. Marco Teórico

Introducción	17
1.1. La Importancia de la Ergonomía	18
1.2. Los Riesgos Profesionales.....	19
1.2.1. Factores de riesgo	
1.3. Herramientas de análisis del trabajo.....	25
1.3.1. El Diagrama de Flujo	
1.3.1.1. Análisis del proceso	
1.4. Diagrama de causa-efecto.....	28
1.5. Métodos de evaluación de carga Postural.....	30
1.5.1. Método OWAS.....	31
1.5.1.1. Aplicación del Método	
1.5.1.2. Cálculo de las categorías de riesgo	
1.5.2. Método RULA.....	36
1.5.2.1. Aplicación del método	
1.5.2.2. Determinación de las Puntuaciones globales	
1.5.2.3. Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada	
1.5.2.4. Calculo de la Puntuación Final	
1.6. El Puesto de Trabajo.....	47
1.6.1 Bases para el diseño de un puesto de trabajo	
1.6.1.1. Las Dimensiones antropométricas	
1.6.1.2. Principios y Consideraciones de Diseño	

Capítulo II. Análisis de Caso

Introducción	55
2. El Trabajo en los Talleres de Balconería de la Villa de Zaachila Oaxaca.....	56
Conclusiones de capítulo	60

Capítulo III. Análisis del Trabajo en el Taller de Balconería

Introducción	64
3.1. Estudio de campo	65
3.1.1. Descripción de la Fase de Armado/Soldado	
3.1.2. Aplicación de Encuestas	
3.2. Evaluación del proceso de Armado/soldado.....	74
3.2.1. Identificación de los riesgos laborales y sus causas de origen	
3.2.2. Evaluación Postural de los Sub-Procesos de Armado/Soldado	
3.2.2.1. Descripción del procedimiento	
3.2.2.2. Resultados de la evaluación postural.	
3.3. Detección de necesidades.....	81
Conclusiones de capítulo	82

Capítulo IV. Fase de Diseño

Introducción	85
4.1. Recopilación de datos.....	86
4.1.1. Parámetros y requerimientos del mobiliario de trabajo	
4.2. Estudio de mercado.....	87
4.2.1. Mesas para trabajos de soldadura	
4.2.2. Mobiliario para Instrumental, Herramienta y Equipo de Trabajo	
4.2.3. Sillas y Asientos de Trabajo	
4.3. Conceptualización.....	104
4.3.1. Propuestas de mobiliario para armado/soldado	
4.3.1.1. Evaluación de propuestas	
4.3.1.2. Síntesis de Alternativas	
4.3.2. Propuestas de Mesas Auxiliares	
4.3.2.1. Evaluación de propuestas	
4.3.2.2. Elección de la mejor alternativa	
4.4. Diseño a detalle.....	120
4.4.1. Elección de materiales	
4.4.2. Piezas comerciales y accesorios	
4.5. Dimensionamiento.....	124
4.5.1. Dimensiones antropométricas	

4.5.2. Dimensiones de herramienta, equipo y trabajos elaborados en el taller.	
4.6. Construcción de prototipos.....	130
4.6.1. Sistema de Caballetes Articulados	
4.6.2. Mesa Auxiliar	
4.6.3. Silla de apoyo	
Conclusiones de capítulo.....	144

Capítulo V. Evaluación y Ajustes de Diseño

Introducción.....	147
5. Evaluación.....	148
5.1. Criterios de evaluación	
5.2. Observación y registro de datos.....	150
5.3. Resultados.....	155
5.4. Ajustes de diseño.....	158
Conclusiones.....	164
Bibliografía.....	167
Fuentes Electrónicas.....	168

Anexo 1. Diagramas de flujo	170
Descripción Secuencial de la Construcción de una Estructura Metálica	
Anexo2. Formato de Encuesta.....	178
Anexo 3. Diagrama Causa-Efecto.....	179
Riesgos Profesionales Presentes en el Área de Armado/soldado	
Anexo 4. Catalogo A.....	180
Análisis Gráfico de las Tareas de la Fase de Armado/soldado	
Anexo 5. Concentrado de datos.....	193
Aplicación de los Métodos OWAS y RULA en el Estudio de la Fase de Armado/soldado	
Anexo 6. Catalogo B.....	197
Evaluación Gráfica del Uso del Mobiliario de Trabajo	
Anexo 7. Concentrado de Datos.....	200
Aplicación de los Métodos OWAS y RULA en la Evaluación del Mobiliario de Trabajo	
Anexo 8. Planos.....	202
Caballetes Articulados	
Anexo 9. Planos.....	208
Mesa Auxiliar	
Anexo 10. Planos.....	211
Asiento de Apoyo	

Introducción

El desarrollo del presente trabajo adopta el enfoque de la ergonomía para estudiar el área de armado/soldado de los talleres de balconería, con la finalidad de detectar problemas existentes y darles una solución a través de la elaboración de un mobiliario adecuado a las actividades desarrolladas en el taller.

El taller de balconería o herrería es el lugar dedicado a la elaboración de objetos a base de metal a través de una técnica artesanal y semi-industrial que consiste en la forja artística y la soldadura eléctrica, así producen la forja de armas blancas, herraje de animales, elaboración de herramientas para el campo, construcción de puertas, ventanas, protecciones para las casas o negocios y un sinnúmero de estructuras metálicas variadas.

Es preciso aclarar que para el desarrollo de este proyecto, sólo se considera a las balconerías dedicadas al armado de estructuras tales como puertas, ventanas, escaleras, barandales etc., hechas por la técnica de la soldadura eléctrica como parte fundamental de su proceso de elaboración. De este señalamiento, se pretende puntualizar que están fuera de nuestro estudio las balconerías que satisfacen trabajos de la industria y el campo, así como los talleres meramente artesanales.

En diversos lugares del país es común encontrar balconerías integradas generalmente por familias, dedicadas a la elaboración de puertas, ventanas, cancelas y diferentes estructuras destinadas a la vivienda. Es muy probable que la mayoría de estos talleres operen en condiciones similares en la República Mexicana, aunque pueden existir algunas variables ocasionadas por la situación geográfica de la región. Sin embargo las

diferencias probablemente sean mínimas. Para esta investigación nos concentramos en la región de Oaxaca, debido al contexto geográfico donde están involucrados el investigador y la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). Los datos del INEGI (2010), nos revelan que tan sólo en el estado de Oaxaca se cuentan con 300 talleres de los 25000 existentes en todo el país, concentrando alrededor de 900 personas dedicadas a este oficio.

Para conocer con mayor claridad los procesos que se llevan a cabo en un taller de balconería es necesario observar cómo se desarrolla esta actividad y también conversar con los oficiales del estado de Oaxaca. Sin embargo, esta actividad demanda bastante tiempo y recursos para recorrer el estado. Por lo que se delimitó la región para recabar los datos, y a la vez se cuidó que sea representativo de la situación de la generalidad del estado, así que lo más conveniente era elegir una región central a la capital del estado.

Como referencia de este oficio, elegimos la región de la villa de Zaachila, Oaxaca – localizada al sur de la ciudad de Oaxaca a 25 Km., en los valles centrales– para realizar la observación de los talleres y aplicar las entrevistas con los oficiales. En esta población es común pasar por la calle y ver los letreros de los talleres que anuncian sus servicios con la leyenda “elaboración de trabajos de herrería y balconería. Esta decisión se tomó con base a que los talleres están muy cercanos unos de otros, y que además comparten los mismos procesos de trabajo, manejo de herramientas y el equipo que son muy similares a los empelados en los talleres localizados en diferentes puntos del estado de Oaxaca. Así se nos facilitó el estudio del reconocimiento de la situación laboral de las balconerías en el estado de Oaxaca.

I. Planteamiento del Problema

Al recorrer los talleres de la villa de Zaachila se observaron que la gran mayoría de estos han sido improvisados en patios de domicilios particulares, en ellos se trabaja sin contar con áreas definidas para cada una de las fases del proceso de elaboración de una estructura metálica, así como de la carencia de una adecuada distribución de la herramienta, material y equipo utilizados, los cuales son adaptados simplemente al espacio disponible en el taller y a las dimensiones de la estructura misma. Algunos ejemplos de lo ya descrito se muestran en la FIGURA 1.



Figura 1. Áreas de trabajo en el taller de balconería

De las carencias que cobran mayor notoriedad en los talleres es la escases o inexistencia de mobiliario adecuado a las necesidades del trabajo, lo que da lugar a que los oficiales coloquen material y herramientas en el piso, en sillas o en apoyos contruidos de manera precaria, lo cual origina un desorden, así como desperdicio de materia prima, actividades extras y esfuerzos innecesarios al constituirse como obstáculos en su actividad diaria.

De las tres fases de elaboración de una estructura metálica desarrolladas en el taller, de acuerdo a nuestras observaciones, la fase de armado soldado es la tarea que ocupa más de la mitad del tiempo de la jornada de trabajo, así como la mayor parte del área disponible del taller. Ciertamente es en esta área donde está concentrado el mayor número de problemas ocasionados por una gran concurrencia de materiales, herramientas y equipo sin un lugar específico para ser colocado, lo que a su vez ocasiona:

- Desorden en el área de trabajo.
- Demoras en el proceso de armado/soldado.
- Retrasos en la entrega de una estructura.
- Movimientos innecesarios para buscar o tomar el material o herramienta. que yace en el piso o lejos del lugar de trabajo.
- Maltrato o deterioro de herramienta, materiales y equipo

Sin embargo, los problemas más importantes que se generan son aquellos que tienen que ver con la salud de los oficiales de la balconería, ya que con el paso del tiempo los movimientos realizados con mucha frecuencia, las malas posturas del trabajo, los esfuerzos físicos y los accidentes originan lesiones y enfermedades que deterioran la salud del balconero.

II. Justificación

Este proyecto se presenta como una respuesta para satisfacer las necesidades desatendidas por los dueños de los talleres y oficiales de balconería, las cuales desde hace tiempo se han mantenido presentes y que pocas veces han sido erradicadas, pues como es común en la mayoría de los oficios, el conocimiento se transmite de manera directa por el maestro balconero al aprendiz, el cual al hacerse independiente y formar su propio taller retoma la mayor parte de los procesos, costumbres y formas de trabajo aprendidos.

De este modo surge la necesidad de diseñar mobiliario ergonómico adecuado que integre el puesto de trabajo para el área de armado/soldado, así la misión es evitar riesgos a la salud, reducir el desorden y generar un ambiente de trabajo agradable y seguro para los balconeros.

III. Objetivos

Objetivo General

Diseñar mobiliario ergonómico que integre el puesto de trabajo para realizar la tarea de armado/soldado en los talleres de balconería, los cuales se ajusten a las necesidades del trabajador y a las actividades realizadas en el taller.

Objetivos específicos

- Estudiar y entender de manera detallada las actividades y procesos realizados por los oficiales de balconería.
- Diseñar el mobiliario con base a un análisis de posturas y cargas de trabajo.
- Contemplar en el diseño del mobiliario las medidas corporales de los usuarios.
- Evaluar el diseño propuesto para verificar que se cumpla con los requerimientos del oficio.

IV. Metodología

Rodríguez plantea una metodología para la elaboración de un objeto industrial, con base a tres etapas: detección de necesidades, proceso de diseño y producción en serie. En la primera el diseñador detecta el problema, lo analiza, consulta fuentes variadas (bibliografías, usuario, fuentes electrónicas, etc.) y analiza la información obtenida.¹

En la segunda fase se elaboran diferentes soluciones, que posteriormente son analizadas por medio de cuadros morfológicos, para elegir dentro de estas una solución final que concluye con la construcción de un prototipo.

En la tercera fase, la metodología planteada propone la fabricación en serie del producto; sin embargo, para esta investigación, esta etapa se ha remplazado por una fase de aplicación y evaluación del prototipo en el área de trabajo, con la finalidad de evaluar su desempeño, y realizar los ajustes necesarios para alcanzar los objetivos establecidos en este proyecto. En la figura 5 se muestra de forma gráfica la estructuración de las fases que constituyen la metodología utilizada en nuestro proyecto.

¹ MORALES, Rodríguez G. Manual de Diseño Industrial. México: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1992.

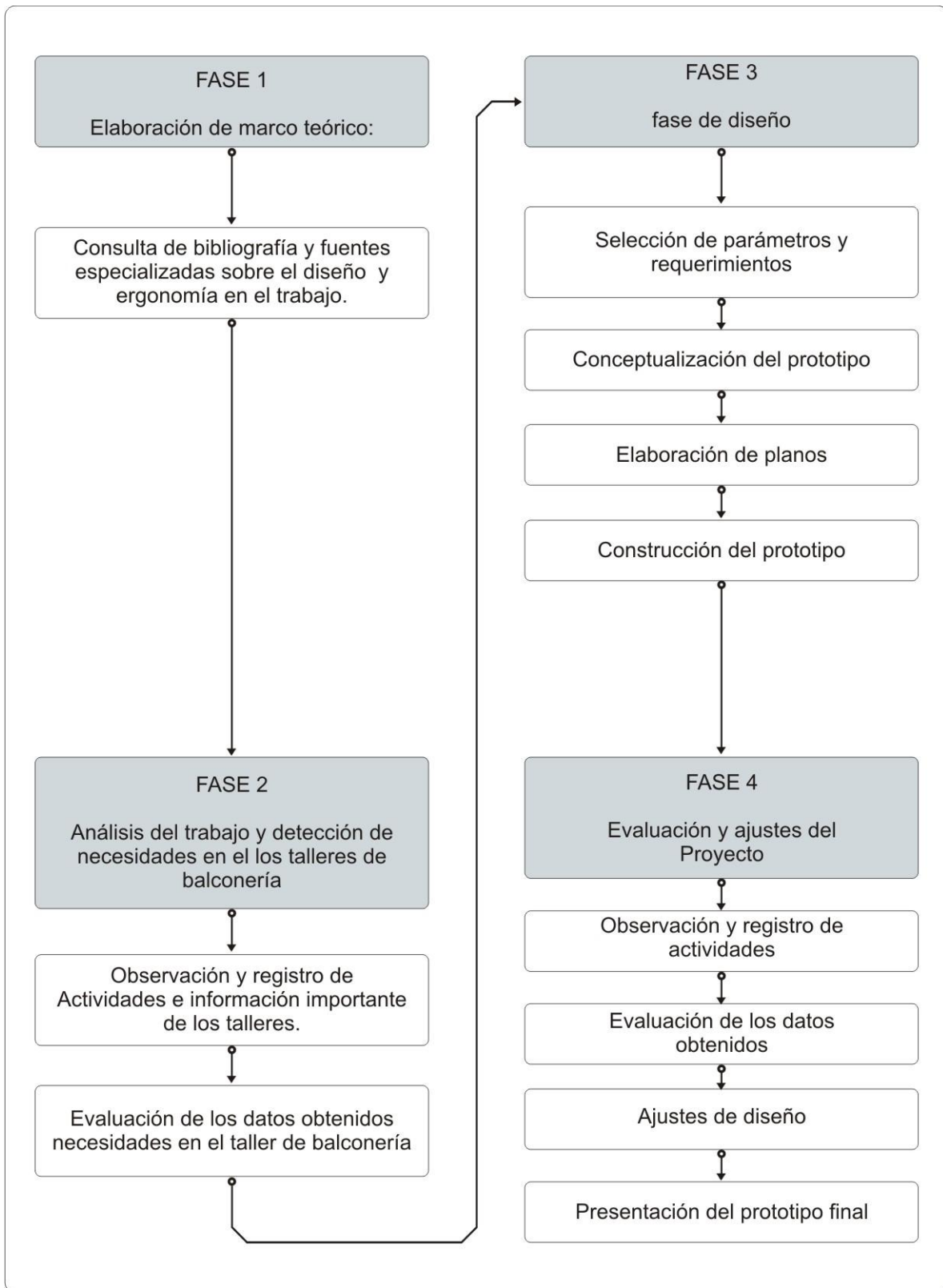
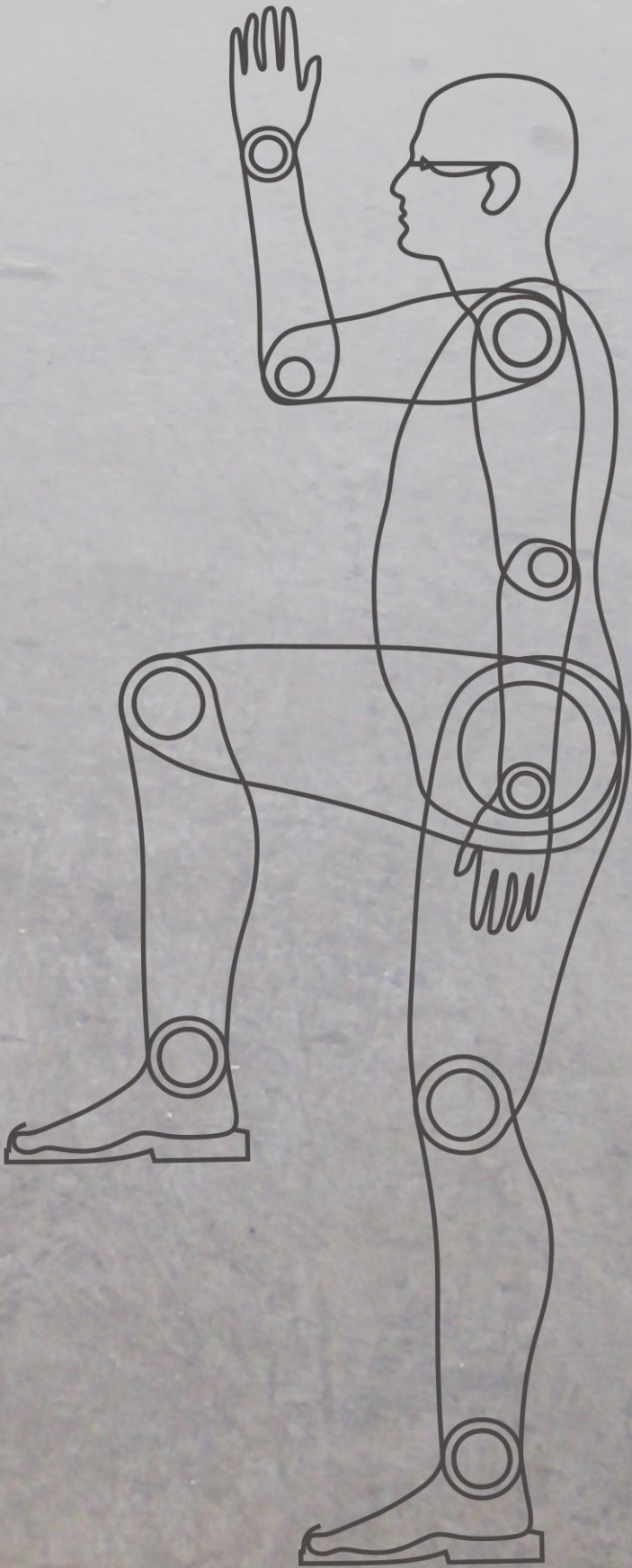


Figura 2. Metodología de Diseño

Capítulo I.

Marco Teórico



Introducción

El objetivo de este capítulo es presentar los conocimientos relacionados con las actividades desarrolladas en el taller de balconería. La finalidad de dicha revisión obedece a la necesidad de detectar problemas ergonómicos y así establecer las bases para la construcción de un mobiliario adecuado a las condiciones laborales del oficio del balconero.

El contenido de este capítulo está organizado en cuatro apartados que satisfacen nuestros intereses de estudio:

En el primero se realiza la definición y descripción de los riesgos laborales, que nos permitirán identificar problemas asociados al área de armado/soldado, con la finalidad de evitar posibles daños materiales y problemas de salud en los trabajadores.

El segundo apartado contiene las herramientas de análisis, que a partir de las observaciones de campo nos permiten mejorar nuestra comprensión de los procesos desarrollados por los trabajadores.

En tercer lugar tenemos los Métodos de Evaluación postural en el que se abordan las técnicas del OVAKO Working Analysis System (OWAS) y Rapid Upper Limb Assesment (RULA) las cuales constituyen una parte fundamental de nuestro estudio. Dichas técnicas nos permiten examinar las posturas adoptadas por las personas durante la ejecución de sus tareas de forma que sea posible detectar las posiciones que podrían generar problemas de salud musculoesqueléticos.

El cuarto y último apartado contiene las bases para el diseño de puestos de trabajo, en las cuales se establecen y describen las medidas corporales humanas necesarias para el dimensionamiento del mobiliario, así como algunas recomendaciones prácticas y principios de diseño.

1.1. La Importancia de la Ergonomía

En el desarrollo de este proyecto la aplicación de los principios ergonómicos, nos sirven para establecer parámetros de confort en los diseños para los usuarios; teniendo como intención primaria establecer entre ambas partes una interacción natural y sin complicaciones de ningún tipo.

La ergonomía, no es una ciencia pura, si no una ciencia aplicada que no inventa nuevos medios científicos, utilizando los métodos y técnicas de aquellas disciplinas que la sustentan.²

La ergonomía nos ofrece la posibilidad de aplicar conocimientos en diferente medida de algunas ciencias como la medicina, la antropometría, la psicología, biomecánica y otras áreas del saber humano, que nos permitan analizar y mejorar nuestra área de estudio.

De manera general la ergonomía nos presenta dos enfoques de análisis complementarios:

1. La ergonomía del componente humano: en este enfoque se analizan las relaciones establecidas entre el trabajador y el espacio de trabajo, con el objetivo de lograr que el medio se adecue a las necesidades del personal.³
2. La ergonomía centrada en la actividad: Se encarga de analizar los razonamientos y comportamientos del hombre. Con la finalidad de lograr la reducción y simplificación de las tareas realizadas⁴

² LLANEZA, Álvarez F. J. Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista. 7ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A. de C.V., 2006. p. 80

³ MOTMOLLIN, M. Introducción a la ergonomía. México: Editorial Limusa S.A. de C.V., 1998. p. IX

⁴ *Ibíd.*

Al utilizar los principios que establece la ergonomía es posible mejorar los procesos de trabajo en los talleres de balconería, sin embargo antes de aventúranos a dicha labor es necesario contar con los conocimientos y herramientas que den sustento a nuestro proyecto. Por tal motivo se abordará la base teórica necesaria para el desarrollo de nuestro propósito.

1.2. Los Riesgos Profesionales

Dentro de las prácticas laborales podemos encontrar situaciones que afectan las tareas desarrolladas en un centro de trabajo. Dichas problemáticas son de diferente origen y surgen de la interacción del hombre con el medio laboral, la herramienta, el equipo, e incluso por sus propias acciones desarrolladas en el trabajo. El resultado de los potenciales riesgos profesionales pueden ser retrasos en la entrega del producto al cliente o bien, serios problemas de salud.

Los riesgos profesionales se definen como: *situaciones potenciales de peligro por exposición de los trabajadores ligadas directa o indirectamente al trabajo y que se pueden materializar causando daños concretos.*⁵

A continuación se presentan y definen los cinco riesgos profesionales que se pueden presentar en un centro de trabajo:

⁵ ESPESO, Santiago J. A. y FERNÁNDEZ, Zapico F. Manual para la formación de técnicos de prevención de riesgos laborales. 8ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A., 2007. p. 55

(a) Accidente de Trabajo

Espeso y Fernández se refieren al accidente de trabajo como la ocurrencia de un suceso anormal e inesperado que se presenta en forma brusca, lo que ocasiona la interrupción del trabajo, además puede causar lesiones a los trabajadores, pérdidas de material o patrimonio de la empresa.⁶

En los talleres suelen ocurrir con frecuencia accidentes tales como:

- Lesiones cutáneas ocasionadas por el choque del personal con objetos ubicados en las vías de circulación.
- Heridas en la piel ocasionadas por el contacto de partes del cuerpo con objetos que contienen salientes filosas o causadas por el mal manejo de la herramienta.
- Quemaduras en la piel originadas por tocar accidentalmente objetos calientes
- Lesiones visuales causadas por partículas que se desprenden del material al ser limpiado o procesado.

(b) Enfermedad Profesional

*Se define como una enfermedad patología médica o traumática crónica producida por factores físicos, químicos o biológicos del ambiente.*⁷

La diferencia entre el accidente de trabajo y la enfermedad profesional reside en el tiempo de su aparición. Un accidente ocurre de forma súbita en contraste de la enfermedad que se presenta en un lapso de tiempo determinado.

El desarrollo de una enfermedad profesional se debe en su mayoría a la repetición de las siguientes causas:

⁶ Ibíd., p.56

⁷ Ibíd., p.58

- Cantidad e intensidad del un factor dañino en el ambiente
- Tiempo de exposición de los trabajadores con un factor dañino

Un factor dañino incluye: agentes químicos y/o físicos presentes en el lugar de trabajo como: el polvo, partículas de pintura, gases tóxicos, vapores de solventes, el exceso o falta de luz, vibraciones mecánicas y ruidos excesivos.

(c) Insatisfacción laboral

La insatisfacción laboral ocurre cuando un trabajador presenta desagrado hacia su trabajo y responde de forma negativa. Desde la perspectiva de Puleva:

Esta respuesta negativa o rechazo dependerá, en gran medida, de las condiciones laborales y de la personalidad de cada individuo y hace referencia al estado de intranquilidad, de ansiedad o incluso depresivo al que puede llegar una persona que se encuentra insatisfecha.⁸

En diversas ocasiones esta insatisfacción suele ocurrir en los talleres por el ambiente laboral, el cual involucra las características físicas del centro de trabajo como lo pueden ser, una buena iluminación, la higiene, la existencia o no de sanitarios, etc., así como las relaciones laborales entre compañeros de trabajo y por último el salario percibido.

⁸ PULEVA SALUD. Insatisfacción laboral <http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID_CATEGORIA=103769> [Consulta: octubre de 2008]

(d) Fatiga

*La fatiga se define como el fenómeno fisiológico de pérdida de capacidad funcional con sensación de malestar provocado por el exceso de trabajo o falta de descanso.*⁹

Es muy común que este problema se presente en los talleres cuando no existen en ellos las condiciones que permitan al trabajador tomar periodos de descanso, o una mejora en los procesos que ellos realizan, entre estos se pueden citar:

- Sillas o taburetes para tomar periodos de descanso o realizar actividades de trabajo sentados.
- Mobiliario que permitan al personal tomar posturas incómodas cuando este realiza actividades que involucran precisión o trabajar con objetos pesados.
- Herramienta ergonómica, que facilite su manejo o que evite constituirse como una fuente de riesgos.

(e) Envejecimiento prematuro

Espeso y Fernández explican que este fenómeno fisiológico se debe a la acumulación de fatiga crónica en personas que realizan actividades agotadoras con frecuencia, que al paso del tiempo aumentan el proceso normal de envejecimiento fisiológico y a consecuencia le ocasionan una muerte prematura.¹⁰

El conocimiento de los riesgos laborales permite identificar las situaciones de peligro que pueden presentarse en el área de trabajo. Sin embargo antes de tomar las medidas necesarias para su erradicación es necesario ubicar los factores que intervienen en su desarrollo.

⁹ ESPESO, Santiago J. A. y FERNÁNDEZ, Zapico F. Manual para la formación de técnicos de prevención de riesgos laborales. 8ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A., 2007. P. 59

¹⁰ *Ibíd.*

1.2.1. Factores de riesgo

En la eventualidad de los riesgos profesionales existen ciertos condicionantes que favorecen su ocurrencia, Menéndez y Moreno definen el factor de riesgo como la *acción atributo o elemento de la tarea, equipo o ambiente de trabajo, o una combinación de los anteriores, que determinan un aumento en la probabilidad de desarrollar la enfermedad o lesión.*¹¹

De acuerdo a los estudios de la Occupational Safety Health Administration (OSHA) existen 5 factores de riesgo ergonómico que se asocian al desarrollo de enfermedades musculo-esqueléticas.¹² Estos factores se resumen en prácticas laborales que exigen:

- a) Repetitividad
- b) Esfuerzos vigorosos
- c) Posturas forzadas
- d) Manejo de pesos excesivos

a) Repetitividad

El trabajo repetitivo ocurre cuando un trabajador realiza con frecuencia un patrón de fuerza y movimientos, en el que se utilizan constantemente un solo grupo de músculos ocasionando su desgaste.¹³

Las actividades en la cuales se lleva a cabo un trabajo repetitivo y que se realizan en los talleres son:

- El corte de materia prima en forma manual.
- Pulir las superficies de la materia prima.
- Soldar una serie de elementos consecutivos dentro de una estructura.

¹¹ MENÉNDEZ, Montañés C. y MORENO, Oliver F. X. Ergonomía para docentes análisis del trabajo y prevención de riesgos. Barcelona España: Ed. Graó, 2006. p. 33

¹² Ibíd.

¹³ Ibíd., p. 34

b) Esfuerzos vigorosos

Este tipo de esfuerzos ocurren cuando la fuerza física empleada por un trabajador requiere de mucha energía y se realizan con frecuencia durante dos o más horas en una jornada de trabajo.¹⁴

Los esfuerzos vigorosos generalmente se realizan cuando:

- La actividad involucra golpear objetos con el martillo
- Mantener el funcionamiento de un mecanismo a través de una manivela
- Utilizar cizallas manuales para el corte de grandes cantidades de materia prima

c) Posturas forzadas

Estas posturas de trabajo originan tensión en los músculos, los tendones, o las coyunturas, dichas disposiciones corporales exigen mantener una parte del cuerpo en una posición incómoda con una duración de más de dos horas.¹⁵

Generalmente las posturas forzadas ocurren cuando el trabajador:

- Realiza actividades de pie.
- Se encuentra laborando en lugares incómodos o reducidos
- Utiliza herramienta mal diseñada que no permite ser tomada de forma cómoda.
- Se encoje, agacha o estira para acceder a área fuera de su alcance.

d) Manejo de Pesos Excesivos

La mala manipulación de carga puede plantear riesgos musculoesqueléticos y dorso-lumbares, si los pesos excesivos son manejados manualmente y con mucha frecuencia.¹⁶

¹⁴ MENÉNDEZ, Montañés C. y MORENO, Oliver F. X. Óp. Cit. p. 35

¹⁵ *Ibíd.*

¹⁶ *Ibíd.*

La mala manipulación de objetos suele ocurrir cuando:

- El trabajador no cuenta con equipo o mecanismos para mover objetos pesados.
- Realiza trabajo físico manualmente para evitar pérdidas de tiempo.

Finalmente se puede concluir que el conocimiento de los riesgos laborales y los factores de riesgo permiten al investigador identificar situaciones de peligro en las actividades desarrolladas en los talleres y en diversos centros de trabajo. Situaciones que se tomarán como base para plantear soluciones que eviten consecuencias en la salud de los trabajadores.

1.3. Herramientas de análisis del trabajo

En el desarrollo de nuestro proyecto es necesario contar con dos herramientas. La primera que sirva para realizar la descripción del proceso de una tarea a partir de la información recabada en las observaciones del estudio de campo. Otra herramienta que permita detectar problemas derivados del proceso.

Con base a estas necesidades se han tomado dos herramientas de trabajo documentadas por la Sociedad Latinoamericana para la calidad: el diagrama de flujo y el diagrama de causa-efecto.¹⁷

1.3.1. El Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es una herramienta visual que describe la secuencia de actividades u operaciones de un proceso determinado. Esta herramienta se aplica a todos aquellos estudios en los cuales el investigador necesita adquirir el conocimiento sobre el

¹⁷ SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. Diagrama de causa y efecto [PDF]
<<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/LM386.pdf>> [Consulta: agosto de 2009]

funcionamiento de un proceso que permita su análisis sistemático. La construcción del diagrama de flujo se realiza a partir de una serie de símbolos estandarizados mostrados en la FIGURA 3, que indican operaciones, toma de decisiones y ciclos de actividades. En el interior de los símbolos utilizados para crear el diagrama de flujo se escriben palabras o frases, correspondientes a cada uno de los pasos del proceso a describir.

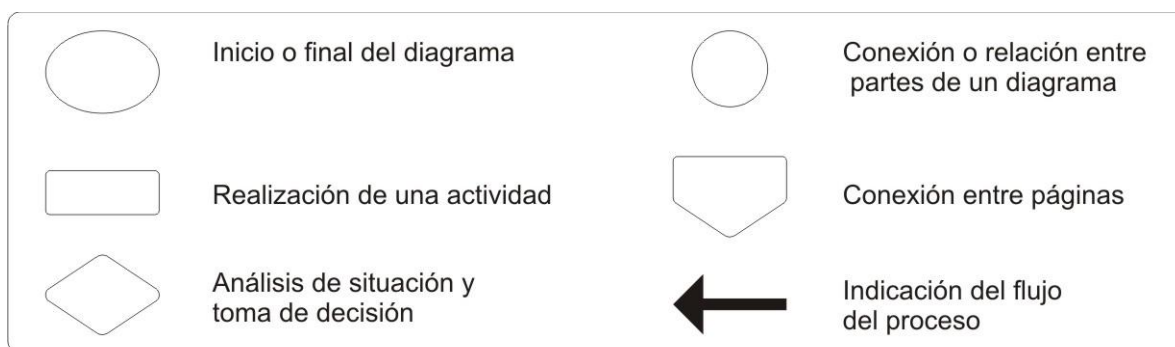


FIGURA 3. Selección de símbolos para la construcción de un diagrama de flujo ¹⁸

Antes de comenzar la construcción del diagrama de flujo, es preciso acotar los límites del objeto de estudio, a partir de los cuales se observará el proceso de forma detallada. En este punto el observador toma nota de cada uno de los pasos, la toma de decisiones, así como los ciclos de actividades del proceso desarrollado. Posteriormente es necesario esquematizar el proceso en grandes bloques o áreas de actividades para lograr una comprensión adecuada de lo observado. Con la información obtenida, la elaboración del diagrama es puesta en marcha con el recurso de los símbolos ya descritos tal y como podemos apreciar en la FIGURA 4. Finalmente es necesario revisar el diagrama completo para evitar que algo sea omitido.

¹⁸ Figura de elaboración propia, basada en: CAIRÓ, Battistutti O. Metodología de la programación. 2ª Ed. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 2003.

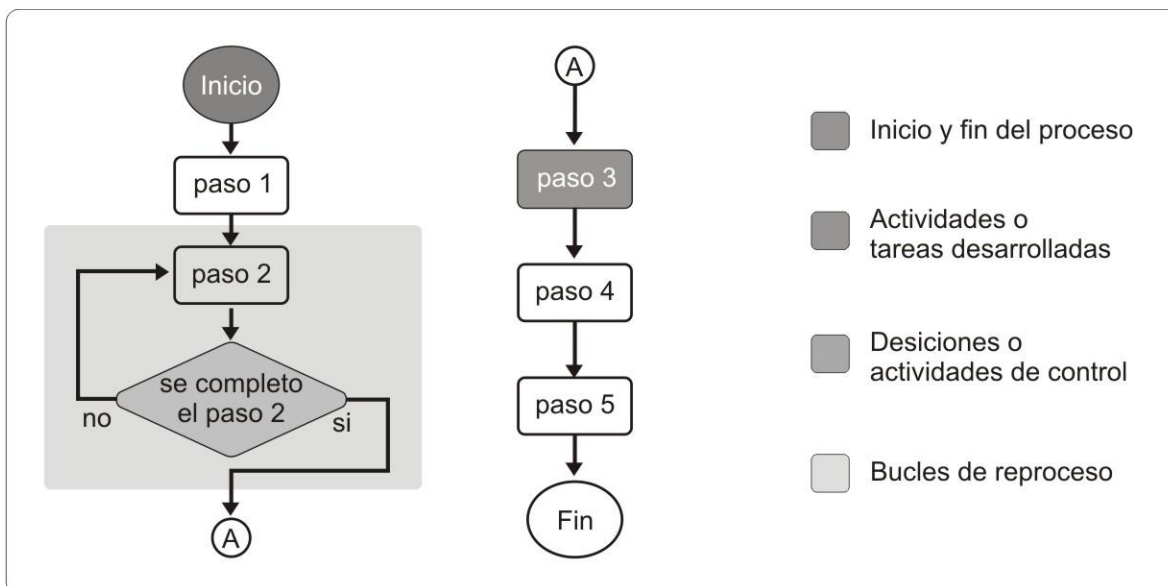


FIGURA 4. Ejemplo de construcción de un diagrama de flujo

1.3.1.1. Análisis del proceso

El análisis del proceso descrito por un diagrama de flujo implica observar cada paso que lo constituye. Las recomendaciones dadas por la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad¹⁹ para mejorar nuestro estudio son las siguientes:

1) Examinar cada símbolo de toma de decisión o de actividad de control.

Cuando una decisión implica algún tipo de confirmación o comprobación, existe un bucle o ciclo que hace retroceder el proceso hasta un paso anterior. En ocasiones esto se debe a que algún aspecto en la tarea es inadecuado y es necesario rehacer el trabajo, por lo cual debemos preguntarnos si:

- ¿la confirmación es necesaria?
- ¿la comprobación esta completa?
- ¿la confirmación es redundante?

¹⁹ FUNDIBEQ. Diagrama de Flujo [PDF]

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_flujo.pdf> Citado en Septiembre de 2011): [Consulta: septiembre de 2011]

2) Examinar los bucles de reproceso.

Las comprobaciones dan lugar a bucles de reproceso, lo cual exige hacer una tarea en repetidas ocasiones, sin embargo éstos siempre están asociados a deficiencias, por lo tanto el objetivo debe ser eliminarlas y optimizarlas.

3) Examinar cada símbolo de actividad.

Este examen puede manifestar las deficiencias que arrastra el diseño del proceso al realizarse las siguientes preguntas:

- ¿es necesaria la operación analizada?
- ¿cuál es la relación coste-valor añadido que aporta?
- ¿existen operaciones redundantes?
- ¿una operación es fuente de errores frecuentes?

Con la aplicación de esta herramienta se obtiene la descripción y la documentación de un proceso de manera ilustrativa. Sin embargo se puede ir más allá, pues esta herramienta contempla la posibilidad de corregir y mejorar una actividad posteriormente a su evaluación.

1.4. Diagrama de causa-efecto

Con frecuencia al estudiar problemas que constan de un gran número de variables, se presenta la dificultad de localizar el factor o factores principales de origen. De tal modo que se hace difícil y tardado el llegar a su solución. El diagrama de causa-efecto es un método gráfico que permite visualizar de forma detallada el panorama general de todas las variables y factores que intervienen en el problema, facilitando el trabajo de estudio.

Esta herramienta fue desarrollada por primera vez en el año de 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio, Japón. Este diagrama permite identificar las posibles causas que originan un problema específico. La estructura de esta herramienta de análisis implica dividir los factores que intervienen en el problema y examinar cada uno de estos de manera que se profundiza el análisis hasta encontrar la causa u origen del problema.

A continuación se describen los pasos para construir el diagrama y se complementan con la ilustración de la FIGURA 5.

- 1) Resumir el problema en una frase o palabra y encerrarlo en una caja.
- 2) Dibujar la flecha correspondiente al eje central del diagrama, así como las ramas principales.
- 3) Identificar y anotar los factores causales que intervienen en el problema.
- 4) Añadir causas para cada rama principal.
- 5) Añadir causas subsidiarias para las sub-causas.
- 6) Identificar entre las causas subsidiarias aquellas que puedan dar origen al problema y encerrarlos en un cuadro para identificarlas.

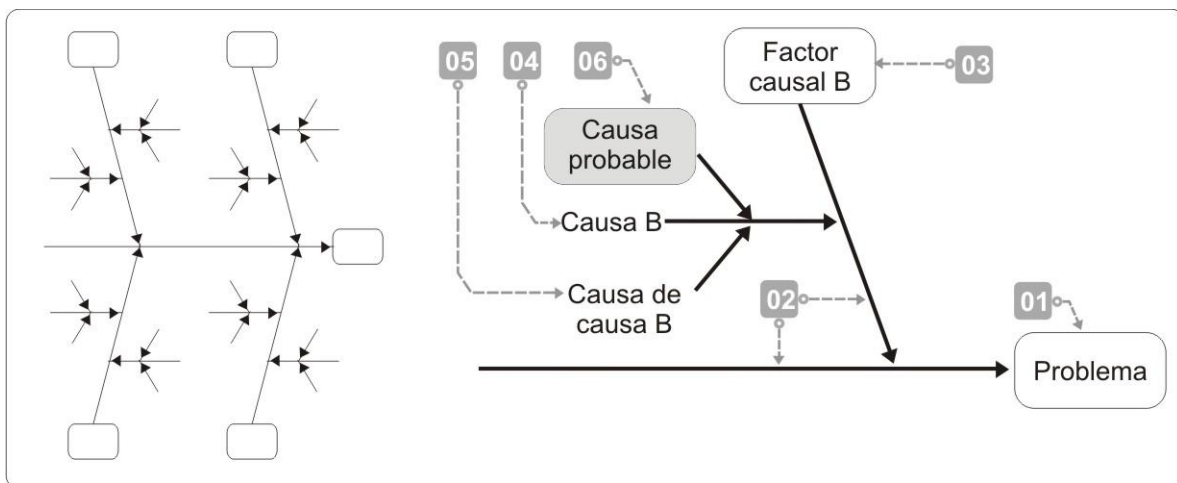


FIGURA 5. Pasos para la elaboración de un diagrama de Causa Efecto²⁰

Es importante para el desarrollo de elaboración del diagrama que el paso 5 continúe hasta que cada rama alcance una causa raíz. La causa raíz es aquella que:

- Es causa del efecto que se estudia.
- Es controlable directamente y ya no depende de ninguna variable.

²⁰ Figura de elaboración propia, basada en FUNDIBEQ. Diagrama de Flujo. Óp. Cit.

El uso continuo de esta herramienta permite desarrollar un buen análisis de todas aquellas áreas o procesos que necesitemos mejorar. Una de las ventajas del uso de este instrumento es mejorar la retroalimentación continua de conocimientos para la búsqueda de nuevas fuentes causales. Aunado a lo anterior, el diagrama de causa-efecto nos da la posibilidad de trabajar en grupos compuestos por expertos en el área de estudio, cuya contribución puede darse al inicio de la investigación o a través de un análisis previo, que da como resultado un enriquecimiento del diagrama con diferentes puntos de vista y bases para identificar el origen u orígenes del problema.

Las herramientas presentadas en este apartado constituyen dos vías importantes para la comprensión, búsqueda de fallas y mejora de procesos. Sin embargo toda herramienta de trabajo tiene limitaciones. La toma de decisiones recae sobre el investigador el cual debe contar con los conocimientos necesarios o nuevas herramientas que le permitan valorar y determinar la causa raíz del problema de entre todos los factores causales hallados para ser corregidos.

1.5. Métodos de evaluación de carga Postural

Los métodos de evaluación de carga postural son herramientas que permiten valorar el nivel de riesgo de las posturas adoptadas por los trabajadores durante el desarrollo de sus actividades, de manera que determinemos si el trabajo en su conjunto tiene o no efectos nocivos para la salud.

1.5.1. Método OWAS

El método OWAS (OVAKO Working Analysis System) es desarrollado por el Instituto Finlandés de Salud Ocupacional y la Compañía de Acero OVAKO en la década de 1970, como una reacción a los múltiples problemas de salud originados por las malas posturas de trabajo en la industria del acero Finlandés.²¹

El método consiste en evaluar las posturas adoptadas por un trabajador durante el desarrollo de su actividad laboral. Cada una de las disposiciones laborales son evaluadas según los siguientes criterios: la fuerza utilizada, las posiciones adoptadas por las piernas, los brazos y el tronco. Lo anterior con el propósito de valorar si el conjunto de posturas es causa de incomodidad o posibles efectos nocivos en el sistema musculoesquelético del trabajador en un corto plazo.

Antes de iniciar la evaluación utilizando el método OWAS es necesario determinar si la tarea debe ser dividida en más de una fase de observación para facilitar su estudio, de acuerdo a la extensión o complejidad de las actividades. Como siguiente paso se establece el tiempo total para realizar la exploración de la tarea y se fija la duración de los intervalos de tiempo de 30 a 60 segundos.²²

1.5.1.1. Aplicación del Método

El método inicia con la observación y registro video-fotográfico de cada una de las posturas adoptadas por el trabajador durante la ejecución de una tarea o fase de trabajo. Al realizar el estudio es necesario identificar las diferentes posiciones corporales que adopta el trabajador y realizar la codificación de las situaciones observadas.

²¹ KARWOWSKI, W. y MARRAS, W.S. The occupational ergonomics handbook U.S.A: CRC Press LLC., 1999.

²² ERGONAUTAS.COM. Métodos: OWAS <disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>> [Consulta: septiembre de 2011]

El código de postura, establecido por el método OWAS, consiste en cuatro dígitos asignados a las posiciones del cuerpo correspondientes a la espalda, los brazos, las piernas y la carga soportada por el trabajador. Sin embargo podemos agregar un dígito extra que nos permitirá saber qué lugar ocupa la postura evaluada dentro de la secuencia de posiciones del cuerpo ya recabadas.

La forma en que el método asigna los dígitos es la siguiente:

Dígito 0. Secuencia de tarea o fase asignada por el observador

Dígito 1. Posiciones de la espalda

Dígito 2. Posiciones de los brazos

Dígito 3. Posiciones de las piernas

Dígito 4. Cargas y fuerzas soportadas por el trabajador

Para realizar la asignación de los dígitos al código de una postura es necesario establecer qué posiciones adopta el trabajador. Con estos resultados, comparamos con las ilustraciones de la FIGURA 6.

Posteriormente podemos generar un formato de registro similar al de la TABLA 1 para anotar los dígitos obtenidos del examen de la postura.

TABLA 1. Formato de Registro de Evaluación Postural

fase	Codificación de posturas				Categoría de riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	
S-01	2	2	3	1	3

Finalmente el cuarto dígito se deberá determinar en relación al rango de cargas propuestas por el método que se muestra en la TABLA 2. El cual corresponde a la carga que el trabajador levanta cuando adopta la postura.

TABLA 2. Codificación de la carga y fuerzas soportadas

Cargas y fuerzas soportadas	Cuarto dígito del código de postura
Menos de 10 Kilogramos	1
Entre 10 y 20 Kilogramos	2
Más de 20 kilogramos	3

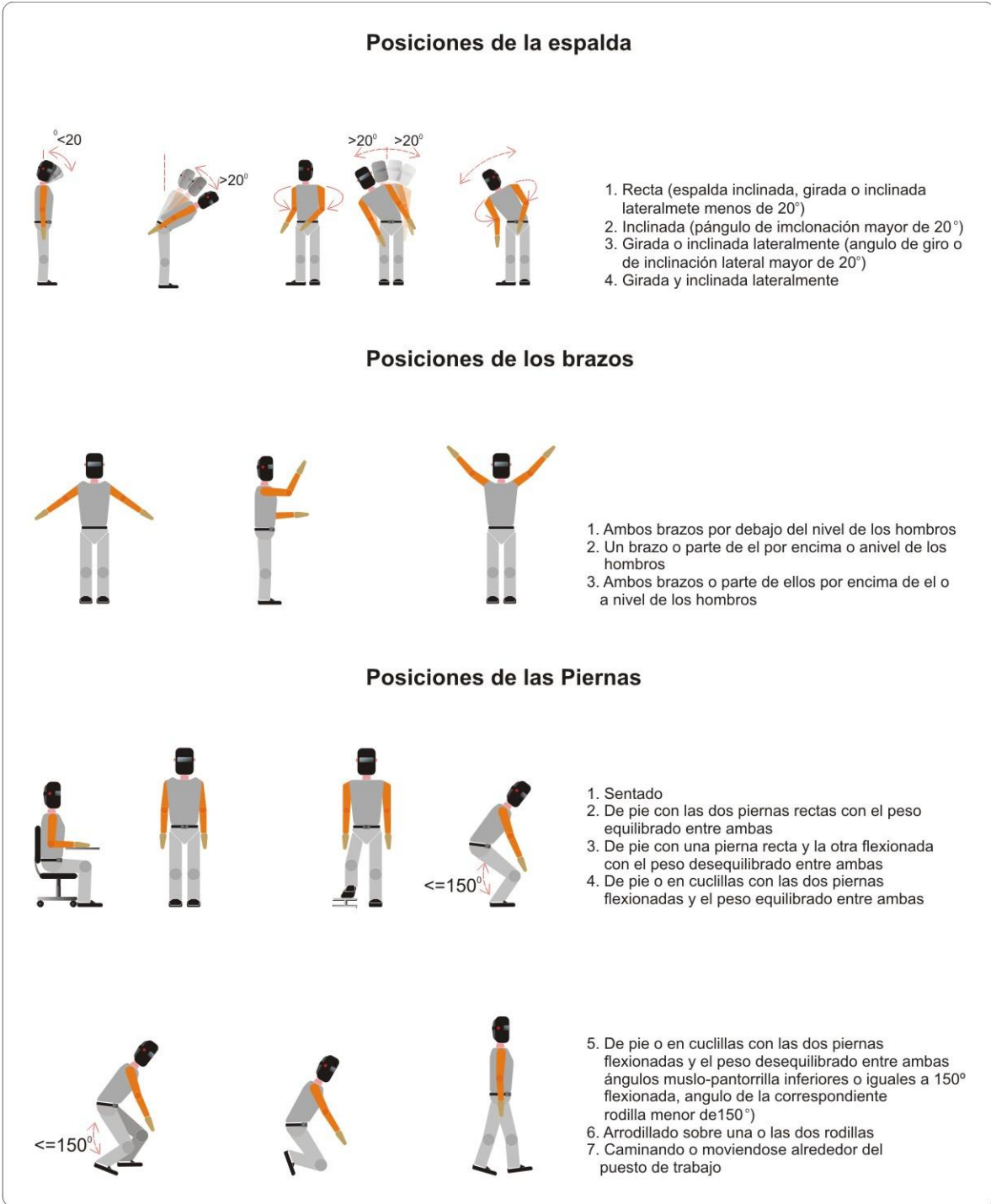


FIGURA 6. Codificación de las posiciones de la espalda y brazos²³

²³ Figura de elaboración propia, basada en ERGONAUTAS.COM. Óp. Cit.

1.5.1.2. Cálculo de las categorías de riesgo

Con el código de postura calculado es posible clasificar dentro de uno de los cuatro niveles o categorías de riesgo establecidos por el método OWAS. Cada nivel describe los posibles efectos sobre el sistema músculo esquelético, así como la acción correctiva a considerar en cada caso, su descripción se muestra en la TABLA 3.

TABLA 3. Categorías de Riesgo y Acciones correctivas.

	Efectos sobre el sistema musculo-esquelético	Acción Correctiva
Categoría de Riesgo	1 Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
	2 Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
	3 Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
	4 La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

La manera para obtener el valor de la categoría de riesgo correspondiente a un código de postura se obtiene utilizando la matriz de la TABLA 4, el procedimiento consiste en realizar la combinación de la columna formada por los valores asignados a las piernas más la carga de trabajo y la fila formada por los valores de la espalda con los brazos.

Con la obtención del nivel de riesgo para cada código de postura de la tarea observada es posible establecer una deducción preliminar de los efectos que esta produce en los diferentes miembros del cuerpo, sin embargo se obtienen datos más precisos calculando la frecuencia relativa de cada posición de espalda, brazos y piernas en relación a todos los dígitos obtenidos de la observación completa. Para determinar la categoría de riesgo en la que se engloban cada posición es necesario consultar la TABLA 5.


TABLA 4. Matriz de combinaciones de fuerza y las posturas básicas

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda Brazos																						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Fila

 Espalda-Brazos

Columna

 Piernas-Carga

Intersección

 Categoría de riesgo

TABLA 5. Clasificación de las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa

	ESPALDA										
Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Espalda doblada	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Espalda con giro	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Espalda doblada con giro	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	BRAZOS										
Los dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Un brazo bajo y el otro elevado	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Los dos brazos elevados	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	PIERNAS										
Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
De pie	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Sobre pierna recta	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Sobre rodillas flexionadas	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Sobre rodilla flexionada	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Arrodillado	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Andando	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
FRECUENCIA RELATIVA (%)	<10% <20% <30% <40% <50% <60% <70% <80% <90% <100%										

Estos valores de riesgo calculados para cada posición nos, permiten identificar que partes del cuerpo están sometidas a una mayor carga de trabajo, además de proponer posibles acciones para el rediseño de la tarea evaluada.

El uso de esta herramienta nos proporciona resultados útiles para comprender aspectos intangibles de las actividades estudiadas. Permite la toma de decisiones para corregir aspectos negativos de los procesos de trabajo. Además; es posible complementar los resultados obtenidos con otras técnicas de estudio para obtener información detallada de algún miembro del cuerpo que represente interés para el evaluador.

1.5.2. Método RULA

El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) es desarrollado en el año de 1993 por los doctores L. McAtamney y E.N. Corlett de la Universidad de Nottingham. Este método procede del método OWAS, como respuesta a la necesidad de evaluar la carga postural durante el trabajo que resulta del uso continuo de los músculos y las articulaciones de las extremidades superiores del cuerpo.²⁴

Una de las características de este método es que evalúa las tareas tan solo con las actividades de mayor carga postural, en vez de utilizar todas las posturas que la componen tal y como lo hace el método OWAS. Esto se logra mediante la división de las posiciones estudiadas en dos grupos A y B para su valoración. El grupo A incluye los miembros superiores integrados por los brazos, los antebrazos y las muñecas, mientras que el grupo B comprende las piernas, el tronco y el cuello.

La evaluación de las partes del cuerpo se realiza por medio de la asignación de puntuaciones globales que se establecen de acuerdo a la medida de los ángulos formados en las flexiones de las extremidades del sujeto observado cuando éste adopta

²⁴ ERGONAUTAS.COM. Óp. Cit.

una postura específica. Al finalizar el análisis, el método establece los niveles que nos han de orientar sobre las decisiones a tomar para corregir los problemas encontrados. Los niveles de actuación propuestos por el RULA van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4 que indica la necesidad urgente de realizar cambios en la actividad.

1.5.2.1 Aplicación del método

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad durante varios ciclos de trabajo con la finalidad de seleccionar las tareas que presenten una carga postural elevada con posiciones de duración prolongada o de esfuerzos excesivos para el trabajador. El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. Sin embargo éste puede aplicarse solo a la parte del cuerpo con mayor carga postural.

Puntuación de los Miembros Superiores del Grupo A.

La puntuación se basa en la medición de los ángulos de los miembros evaluados con respecto a una parte del cuerpo designada y la dificultad que ésta representa para el trabajador. Sin embargo, dicha puntuación puede incrementarse o disminuir al tener situaciones que exijan mayor o menor esfuerzo. El detalle de la puntuación asignada a los miembros del grupo A se muestra en las ilustraciones de la FIGURA 7 y el procedimiento para determinar la puntuación de cada miembro del grupo A se describe a continuación:

a) Puntuación del brazo

El ángulo se mide con respecto al eje del tronco. La puntuación incrementa en un punto si el trabajador tiene los hombros levantados, presenta rotación, se encuentra separado o abducido respecto al tronco. La puntuación disminuye en una unidad si existe una superficie de apoyo durante el desarrollo de la tarea.

b) Puntuación del antebrazo

El ángulo se mide con respecto al eje del tronco. La puntuación asignada al antebrazo podrá verse aumentada en dos casos: si el antebrazo cruzará la línea media del cuerpo, o si se realizará una actividad a un lado de éste.

c) Puntuación de la Muñeca

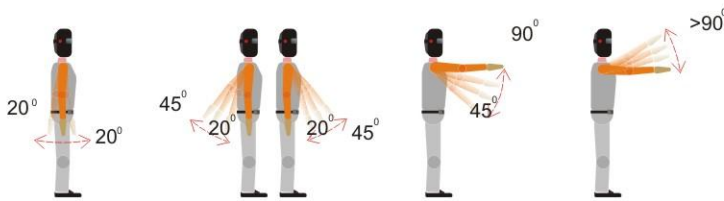
El ángulo de la muñeca se mide con respecto al eje del antebrazo. El valor de la puntuación podrá incrementarse en un punto si existe desviación lateral o cubital.

d) Giro de la muñeca

El giro de la muñeca ocurre por efecto del movimiento del antebrazo y puede darse de dos formas: la primera con propinación que se da al hacer girar la palma de la mano hacia abajo hasta mostrar el dorso y la segunda con supinación que sucede cuando la mano gira para presentar la palma hacia arriba.

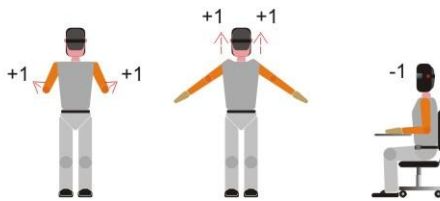
Cuando la propinación o supinación se realiza en un rango medio se asigna un punto a la postura, si esta se lleva en rango extremo la asignación será de dos puntos.

Puntuación del Brazo



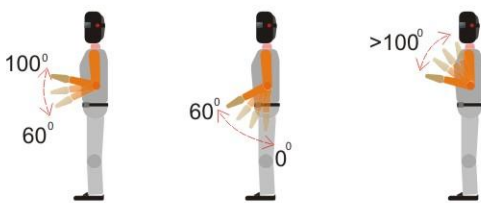
1. Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2. Extensión >20° o flexión entre 20° y 45°
3. Flexión entre 45° y 90°
4. Flexión >90°

Posiciones que modifican la puntuación del brazo.



- +1 Si el hombro está elevado o el brazo rotado.
- +1 Si los brazos están abducidos.
- 1 Si el brazo tiene un punto de apoyo.

Puntuación del antebrazo



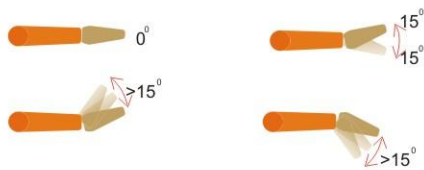
- 1 flexión entre 60° y 100°
- 2 flexión < 60° ó > 100°

Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo



- +1 Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
- +1 Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Puntuación de la Muñeca



- 1 Si está en posición neutra respecto a flexión.
- 2 Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°.
- 3 Para flexión o extensión mayor de 15°.

Posiciones que modifican la puntuación de la muñeca

- +1 Si está desviada radial o cubitalmente.
- 1 Si existe pronación o supinación en rango medio
- 2 Si existe pronación o supinación en rango extremo

Figura 7. Puntuación de los Miembros Superiores del Grupo A²⁵

²⁵ Figura de elaboración propia, basada en ERGONAUTAS.COM. Métodos: RULA <disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>> [Consulta: septiembre de 2011]

Puntuación de los Miembros del Grupo B.

La puntuación de estos miembros se realiza de la misma forma que el grupo A, excepto en las piernas en las cuales solo es necesario determinar si el peso se encuentra distribuido en ambas. Los datos para asignar la puntuación de este grupo se encuentran contenidos en las ilustraciones de la FIGURA 8.

e) Puntuación del cuello

El ángulo de flexión del cuello se mide con respecto al eje del tronco. El valor de la puntuación podrá verse incrementada en una unidad si el trabajador presenta inclinación lateral o rotación.

f) Puntuación del tronco

El ángulo de flexión del tronco se mide con respecto a un eje vertical imaginario, normal a la superficie de trabajo. El valor ha de incrementar un punto si existe inclinación lateral o rotación, si se presentan ambos casos será de dos puntos.

g) Puntuación de las piernas

Se asignará un punto si el trabajador evaluado está sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición. En caso de que los pies no están apoyados y el peso se encuentre mal distribuido se asignarán 2 puntos.

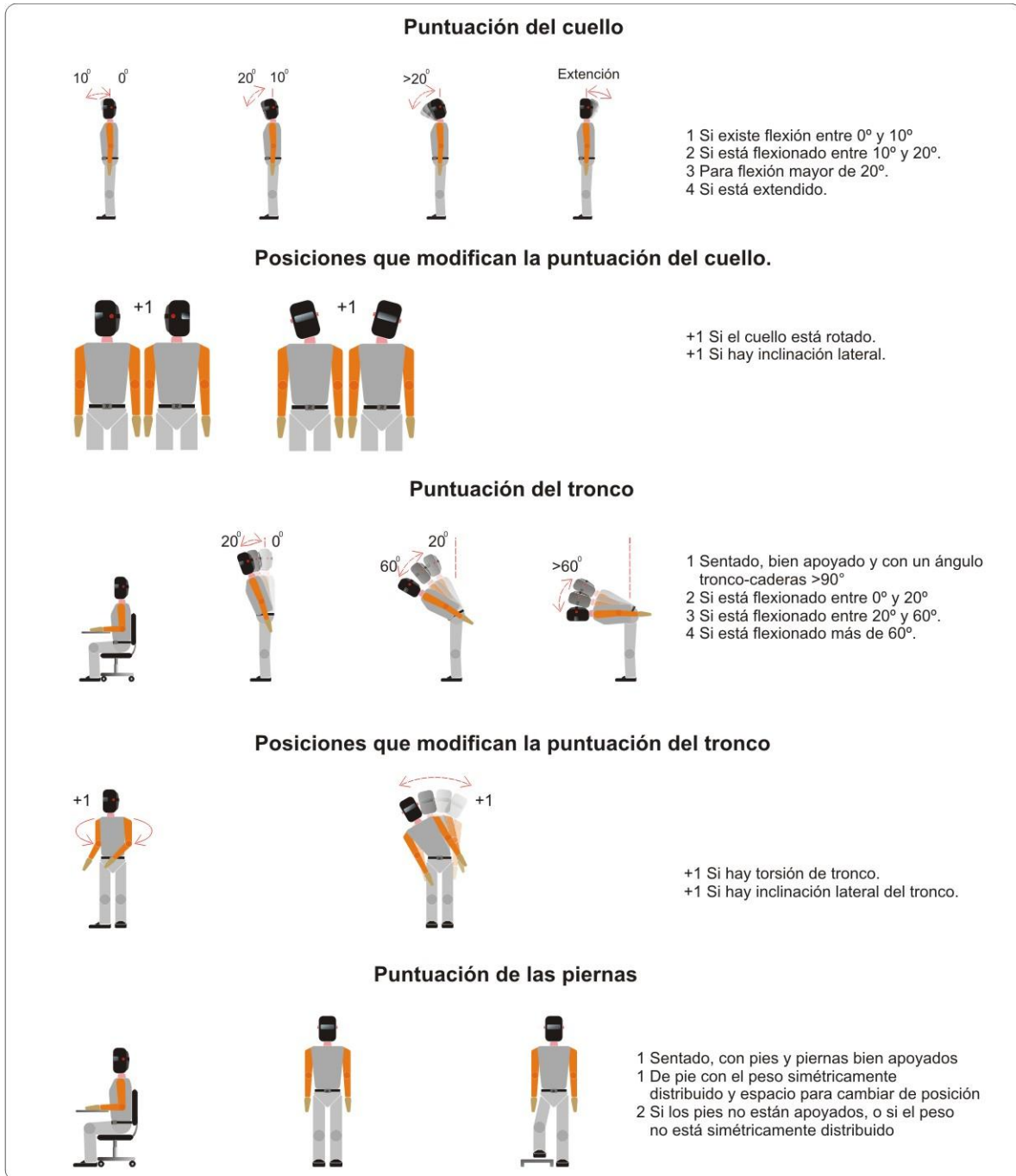


FIGURA 8. Puntuación de los miembros superiores del Grupo B²⁶

²⁶ Figura de elaboración propia, basada en ERGONAUTAS.COM. Óp. Cit.

Una vez obtenidos las puntuaciones requeridas para cada uno de los miembros de los grupos A y B, estas deberán ser capturadas en un formato de registro parecido al que se muestra en la TABLA 6.

TABLA 6. Formato de Registro de Evaluación Postural método RULA

	fase	Grupo A				Grupo B		
	S-01	Brazo	Ante brazo	Muñeca	Giro de M.	Cuello	Tronco	Piernas
Codigo de Postura		2	3	3	1	1	4	2

1.5.2.2. Determinación de las Puntuaciones globales

El siguiente paso consiste en calcular las puntuaciones globales de los grupos A y B, las cuales se asignarán consultando las matrices de la TABLA 7 y 8. El procedimiento utilizado es similar al descrito para el método OWAS.

Para establecer la puntuación global del grupo A es necesario realizar la intersección de la columna formada por los valores asignados a la muñeca más el valor otorgado al giro que esta presenta con la fila constituida por el valor del brazo y el antebrazo. El grupo B se obtiene combinando la columna formada por el valor del tronco y piernas con la columna integrada por el valor asignado al cuello.


TABLA 7. Matrices de asignación de la Puntuación global para el grupo A.

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

Fila

 Espalda-Brazos

Columna

 Piernas-Carga

Intersección

 Categoría de riesgo

TABLA 8. Matrices de asignación de la Puntuación global para el grupo B.

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello													
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	

Fila

 Espalda-Brazos

Columna

 Piernas-Carga

Intersección

 Categoría de riesgo

1.5.2.3. Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada

Para realizar este cálculo es necesario considerar la duración de las posturas adoptadas por el trabajador y la carga manejada por el mismo.

En primer lugar se deberá determinar si la postura analizada es estática o dinámica. Una postura se considerara estática cuando ésta se mantiene por más de un minuto y dinámica si se realiza ocasionalmente, es poco frecuente o de corta duración. Al tener una postura estática se asignará un punto a la actividad muscular, en caso contrario este no será asignado.

En segundo lugar es necesario determinar la carga soportada por el trabajador e incrementar nuevamente la puntuación anterior, con base a los datos contenidos en la

TABLA 9.

TABLA 9. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas

Puntos	Carga
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

1.5.2.4. Calculo de la Puntuación Final

La puntuación final es el resultado de la suma de las puntuaciones de la actividad muscular y la fuerza aplicada con la puntuación del grupo A y B, que darán como resultado las puntuaciones globales D y C, respectivamente. La determinación de ésta se puede hacer mediante la matriz mostrada en la TABLA 10.

TABLA 10. Matriz para determinar la puntuación final

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

Fila

 Espalda-Brazos

Columna

 Piernas-Carga

Intersección

 Categoría de riesgo

Una vez que se obtiene la puntuación final es necesario utilizar la TABLA 11 para establecer si la postura evaluada resulta aceptable, es necesario realizar un estudio de mayor profundidad o si deben realizarse cambios en la tarea para evitar daños a la salud del trabajador.

TABLA 11. Niveles de actuación correspondientes a la puntuación final

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

El conjunto de datos obtenidos deberán agruparse en un formato parecido al de la tabla 12, lo cual facilitara la aplicación de método y de esta manera se obtendrá un registro ordenado de los datos obtenidos.

TABLA 12. Formato de Registro para el Calculo de la Puntuación Final

Cálculo de Puntuación Global			Cálculo de Puntuación Final			
Grupo A	Grupo B	Fuerza Aplicada	Total C	Total D	Final	Nivel de Actuación
2	4	5	6	7	7	4

La aplicación del método RULA permite detectar los posibles problemas ergonómicos y establecer las necesidades de rediseño de la tarea, sin la necesidad de evaluar todas las posturas adoptadas por el trabajador. Además este método constituye una excelente herramienta de estudio que permite al investigador profundizar en el análisis de las posturas ya evaluadas por otros métodos para así dictaminar un juicio más acertado que ayude a mejorar la actividad estudiada.

La aplicación simultanea de los métodos OWAS y RULA en la evaluación de tareas permite proporcionar los resultados necesarios para establecer los parámetros y requerimientos de diseño necesarios que ayuden a mejorar las condiciones laborales del trabajador.

1.7. El Puesto de Trabajo

El puesto de trabajo es fundamental para el desarrollo de las actividades cotidianas en un centro laboral, ya que integra los elementos necesarios para su funcionamiento, González define al puesto de trabajo como *la combinación y disposición del equipo de trabajo en el espacio, rodeado por el ambiente de trabajo bajo las condiciones impuestas por las tareas de trabajo.*²⁷

De esta definición se desprenden los siguientes conceptos:

- Equipo de trabajo: comprende la herramienta, maquinaria, vehículos, dispositivos, mobiliario e instalaciones y componentes empleados en el sistema de trabajo.
- Espacio de trabajo: Área asignada, dentro del sistema de trabajo a uno o más personas para realizar la tarea.
- Ambiente de trabajo: Factores químicos, físicos, biológicos de organización, sociales y culturales que rodean al trabajador.
- Tarea actividad o conjunto de actividades a llevar a cabo por el trabajador para obtener un resultado previsto

La importancia de la planeación y diseño de un puesto de trabajo radica en evitar que éste se constituya como una fuente de riesgos para la salud del usuario. De manera que es necesario que en su construcción se tomen en cuenta las actividades que habrán de ser llevadas a cabo por el trabajador, así como los requerimientos ergonómicos básicos que mejoren su desempeño.

²⁷ GONZÁLEZ, Maestre D. Ergonomía y Psicología. 4ª Ed. Madrid España: FC Editorial, 2007. P. 44

1.7.1 Bases para el diseño de un puesto de trabajo

La finalidad de desarrollar un puesto de trabajo acorde a los principios de la ergonomía, obedece a las necesidades de contar con mobiliario, herramientas y equipo adecuados a las actividades realizadas por el usuario que prevengan o corrijan riesgos laborales. Es por ello que se hace necesario establecer adecuadamente las dimensiones físicas de los elementos que lo integran.

Para lograr dicho propósito es de suma importancia tomar como base para su planeación y desarrollo la antropometría de la población de usuarios a los cuales será dirigido, así como las recomendaciones y principios de diseño proporcionados por expertos en el área.

1.7.1.1. Las Dimensiones antropométricas

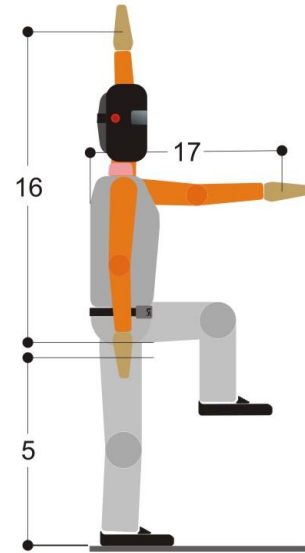
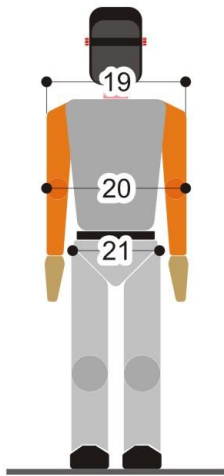
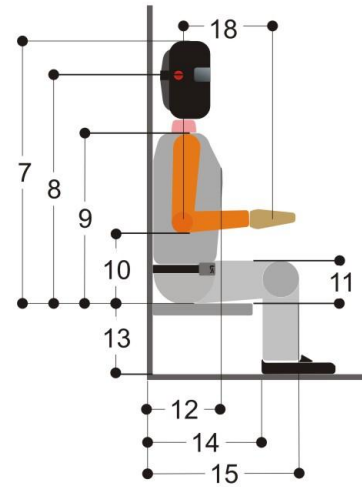
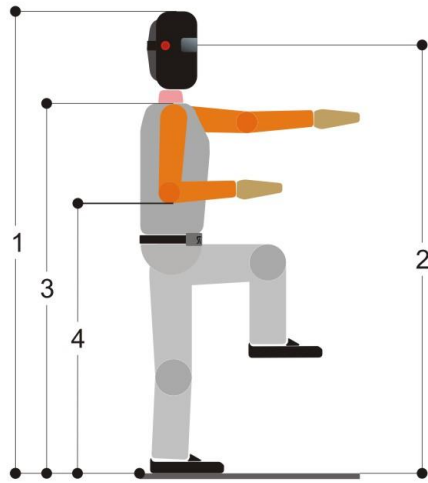
La antropometría es la ciencia encargada del estudio de las dimensiones del cuerpo humano, con la finalidad de establecer las diferencias entre una población de individuos. Esta herramienta apoya al diseñador a determinar las dimensiones corporales (estaturas, longitud de piernas, brazos etc.) necesarias para la planeación y desarrollo de un proyecto.

La antropometría se divide en dos fases diferentes y complementarias dedicadas al estudio del hombre y su entorno de trabajo: la antropometría funcional o dinámica y la antropometría estática o estructural.²⁸

²⁸ LLANEZA, Álvarez F. J. Óp. Cit. P. 162

La antropometría funcional o dinámica comprende las dimensiones del ser humano en movimiento; para fines prácticos, el diseñador utiliza las dimensiones que tienen una mayor incidencia en el estudio del puesto de trabajo. La antropometría estática está constituida por las dimensiones del ser humano que dependen de la talla, el peso, el sexo, la edad, el medio social, el país de origen. Estas medidas serán la base para el dimensionamiento de un área o producto de modo que sea adecuado a las características físicas de una población, las dimensiones corporales básicas requeridas por la Norma ISO 7250²⁹ pueden apreciarse en las ilustraciones de la FIGURA 9.

²⁹ LLANEZA, Álvarez F. J. Óp. Cit. P.163



- 1.Estatura
- 2.Altura de los ojos
- 3.Altura de los hombros
- 4.Altura del codo
- 5.Anchura del puño
- 7.Altura sentado
- 8.Altura de los ojos
- 9.Altura de los hombros
- 10.Altura del codo
- 11.Espesor del muslo

- 12.Espesor del abdomen
- 13.Altura poplítea
- 14.Longitud poplítea – trasero
- 15.Longitud rodilla - trasero
- 18Longitud codo puño
- 16.Alcance máximo
- 17.Alcance puño
- 20.Archura entre codos
- 21.Archura de caderas
- 5.Archura del puño

FIGURA 9. Dimensiones corporales estáticas, Norma ISO 7250

1.7.1.2. Principios y Consideraciones de Diseño

Al realizar el diseño de un puesto de trabajo es necesario conocer la mayor parte de los factores que podrían afectar el desempeño físico del trabajador. Por tal motivo tomaremos en cuenta los siguientes principios y consideraciones de diseño recomendadas por Konz³⁰ y la Organización Internacional del Trabajo³¹ para su desarrollo:

- Un diseño se realiza para un 95% o 99% de la población, hacerlo para la población promedio restringe al 50% restante de ella.
- El puesto de trabajo debe contemplar las actividades que se habrán de desarrollar ahí.
- La fuerza del usuario debe ser tomada en cuenta, pues varía dependiendo del sexo, la edad y el entrenamiento.
- El puesto de trabajo ha de contemplar las dimensiones del producto con el que se trabajará.
- Al diseñar es necesario tener en cuenta las características de las herramientas y equipo que tendrán cabida ahí.
- La superficie de trabajo debe ajustarse a las distintas alturas de los trabajadores y a las diferentes tareas que ellos realizarán, se recomienda ubicar el área de trabajo a 50 mm por debajo de la altura de los codos.
- Los materiales y herramientas de uso frecuente deben estar situados en el área normal de trabajo ilustrada en la FIGURA 10.

³⁰ KONZ, S. Diseño de Sistemas de Trabajo. México: Editorial Limusa S.A. de C.V, 2000. p. 295.

³¹ ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Óp. Cit.

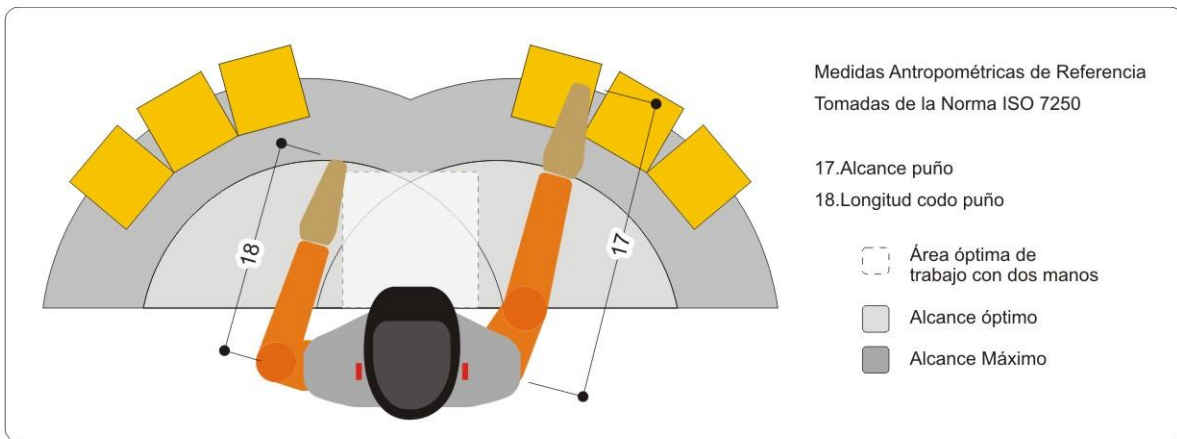


FIGURA 10. Área normal de trabajo definidas por el alcance de los brazos

- El trabajador no debe estirarse para realizar sus tareas.
- Se debe proporcionar al trabajador un asiento de altura ajustable para descansar en las tareas realizadas de pie.
- Para ayudar a reducir la presión sobre la espalda en los trabajos realizados de pie es necesario contar con un escabel o reposapiés que permita al trabajador cambiar de postura ver FIGURA 11.

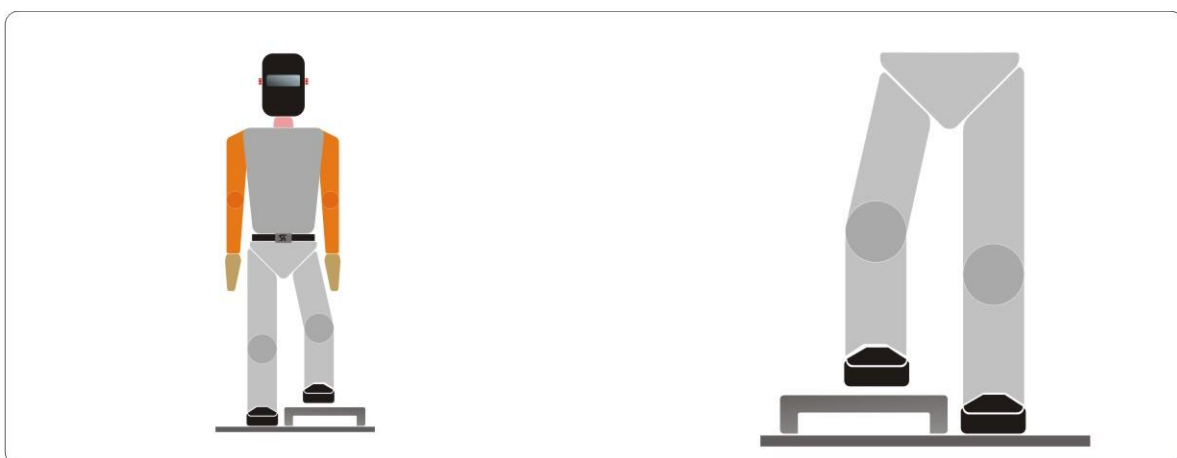


FIGURA 11. Escabel usado para cambiar de postura en trabajos de pie



Capítulo II. Análisis de Caso

Introducción

La herrería es un giro de gran tradición en México que ha sufrido una gran transformación en cuanto a su concepción. Se ha pasado de la producción de productos con un alto contenido de originalidad y con requerimientos artísticos para su productor, al trabajo con semi-productos o materias primas estandarizadas y diseños muy funcionales, fundamentalmente de estructuras metálicas tales como ventanas, puertas, mamparas, entre otras.

El giro de la herrería en México tiene como particularidad que la mayoría de las empresas que se dedican al mismo se clasifican como micros y pequeñas empresas y el proceso productivo generalmente no se realiza para grandes volúmenes de un mismo pedido³².

En la actualidad la esencia del trabajo de herrería ha ido cambiando pues varios de sus procesos han sufrido cambios o han sido substituidos, con materiales y herramientas modernas, al mismo tiempo se ha tenido una reducción en el pedido de la elaboración de piezas de herrería artística por parte de los clientes los cuales prefieren puertas y ventanas elaboradas con perfiles prefabricados de menor costo y de menor tiempo de producción, situación que ha promovido con el paso de los años un nuevo tipo de talleres; "las balconerías" nombre con el que se han ido popularizando estos negocios entre la población del país.

³² GUÍAS EMPRESARIALES.

<<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=110&giro=8&ins=68>> [Consulta: marzo de 2012]

2. El Trabajo en los Talleres de Balconería de la Villa de Zaachila Oaxaca.

Para conocer con mayor claridad los procesos que se llevan a cabo en un taller de balconería es necesario conversar con el personal y observar las actividades realizadas. Para tal fin se han tomado como referencia de estudio los talleres de balconería de la villa de Zaachila Oaxaca.

Zaachila es la típica villa de provincia Mexicana. Se localiza a 25 Km. de la ciudad de Oaxaca en los valles centrales, en esta población es común pasar por la calle y ver en la fachadas de algunas viviendas los letreros de los talleres ubicados en su interior, que anuncian sus servicios con la leyenda "elaboración de trabajos de herrería y balconería en general".

Habitualmente este tipo de talleres están conformados por un número de dos a cuatro integrantes, siendo la persona de mayor edad el maestro balconero y el resto sus ayudantes, los cuales comúnmente son sus hijos o familiares cercanos a este.

El trabajo en el taller comienza cuando el cliente se dirige a este para entrevistarse con el maestro balconero y solicitar sus servicios para la construcción de una estructura metálica, en la entrevista se exponen las necesidades, características y dimensiones a cubrir por la estructura deseada, se acuerdan los tiempos de entrega así como los costos de elaboración de la misma, si el trato concluye satisfactoriamente el maestro balconero se dirige al lugar en el cual será instalada la estructura metálica para tomar las medidas o rectificar las medidas proporcionadas por el cliente con anterioridad y posteriormente comenzar su elaboración.

De acuerdo a las observaciones derivadas de los recorridos por los talleres de la población se concluye que el proceso de elaboración de un trabajo se realiza en 3 fases que tienen el siguiente orden:

Fase 1. Selección, Corte y Barrenado del Material

Fase 2. Armado/Soldado de las Piezas

Fase 3. Pintura y Acabados

Fase 1. Selección, Corte y Barrenado del Material

Con las medidas necesarias para fabricar la estructura metálica, el trabajador comienza su labor, primero selecciona el material; lo lleva del lugar de almacenamiento al área de corte, en esta área el material es colocado en una prensa, medido y cortado, de forma manual o por medio de una maquina eléctrica ver FIGURA 12. Al terminar el corte de material el trabajador apila las piezas ya cortadas sobre el suelo o recargadas en la pared.



FIGURA 12. Áreas de corte en el taller de balconería

Como paso siguiente, se realizan las perforaciones o barrenos en el metal, proceso poco frecuente, requerido tan solo en la elaboración de partes móviles, como articulaciones

de pasadores, cerrojos para puertas o el montaje de piezas por medio de pernos y tornillos.

Los trabajadores realizan el barrenado de dos formas de acuerdo a sus necesidades, la primera a través de un taladro de gran potencia, fijo a una base, éste es ideal para realizar perforaciones con gran precisión o perforar material de espesor considerable. La segunda opción es por medio de un taladro de mano que permite trabajar directamente sobre la materia prima o estructura en diferentes partes del taller.

Fase 2: Armado/Soldado de las Piezas

En esta fase el material previamente cortado es colocado por el oficial sobre un par de caballetes, sobre estos se acomodan las piezas, y se unen con ayuda de una máquina soldadora que funde la unión entre los materiales por medio de un electrodo, tal y como se puede apreciar en la FIGURA 13.



FIGURA 13. Armado y punteado de perfiles metalicos

Finalmente con la estructura ya constituida se procede a quitar los excesos de soldadura con una pulidora, mejorando así la calidad y apariencia del trabajo.

Fase 3: Pintura y Acabados

En esta última fase la estructura metálica recién soldada es limpiada con trozos de tela, de manera que las superficies queden libres del polvo y grasa, la cual se impregnó al material durante su almacenaje y en los procesos de elaboración anteriores. Posteriormente el balconero prepara la pintura, a la cual agrega *thinner* o algún otro diluyente para hacerla menos densa y mejorar su aplicación. Con la estructura limpia se le procede a aplicar de dos a tres capas de pintura con una brocha o compresor eléctrico, se hace la observación de que esta última es la práctica empleada con mayor frecuencia por la rapidez y calidad de acabado, parte del proceso se ilustra en la FIGURA 14. Al terminar la tarea, la estructura se deja secar por un mínimo de cuatro horas, antes de entregar el producto al cliente.



FIGURA 14. Pintado de una estructura

Conclusiones de capítulo

Es de suma importancia para el desarrollo de este proyecto conocer las características de los talleres de balconería, sus particularidades y el contexto en el cual acontecen, de manera que se facilite su estudio.

A partir de lo observado en los talleres de balconería de la villa de Zaachila se ha establecido que las diferencias existentes entre estos dependen básicamente de factores como: la experiencia del personal, el equipo y la herramienta utilizada, las dimensiones del área de trabajo, o en algunas circunstancias de elementos o mecanismos necesarios para la construcción de estructuras complejas.

Por lo cual el proceso aquí descrito representa un promedio de las actividades realizadas por el personal de los talleres para la elaboración de una estructura metálica y su conocimiento permite mejorar la comprensión de las actividades desarrolladas.

***Capítulo III.
Análisis del
Trabajo en el Taller
de Balconería***



Introducción

En el presente capítulo se desarrolla el estudio del área de armado/soldado de los talleres de balconería. Para lo cual se elaboraron los registros correspondientes a los procesos efectuados por los oficiales del área con la finalidad de identificar los riesgos ergonómicos existentes y por lo tanto sus necesidades. El estudio de este oficio se dividió en dos partes. En la primera se realizó un estudio de campo y en la segunda un análisis de escritorio.

El estudio de campo permitió conocer las áreas de trabajo del balconero y entender los procesos que él realiza. Para recopilar la información sobre este oficio fue necesario asistir a los talleres, tomar nota de las actividades realizadas, aplicar encuestas entre los trabajadores del giro, y hacer un registro video-fotográfico de las actividades efectuadas en los talleres de la Villa de Zaachila Oaxaca.

La identificación de los riesgos laborales presentes en el área de trabajo se hizo mediante un análisis de los datos recabados en el estudio de campo. Que posteriormente fueron examinados para determinar los factores de riesgo con mayor incidencia en la salud de los oficiales de balconería. Finalmente se realizó un listado con las necesidades principales para hacer la corrección o prevención de los problemas laborales hallados.

3.1. Estudio de campo

Las observaciones y los registros de actividades llevadas a cabo durante la fase inicial de nuestra investigación tuvo dos objetivos principales; el primero la comprensión del trabajo desarrollado por los balconeros en el área de armado/soldado y el segundo la recolección de datos para realizar la valoración de las tareas de trabajo. El estudio de campo a su vez se dividió en las siguientes etapas:

Etapa 1. Visitas para el reconocimiento del área de investigación

Etapa 2. Aplicación de entrevistas

Etapa 3. Video-Registro de actividades

Etapa 1. Visitas para el reconocimiento del área de investigación

Para dar inicio a nuestro estudio de campo se realizaron visitas a los talleres de balconería de la Villa de Zaachila Oaxaca, con el propósito de conocer el medio, así como familiarizarnos con el personal y los procesos de trabajo.

Etapa 2. Aplicación de Entrevistas

Establecida la comunicación con el personal de los talleres se procedió a aplicar una encuesta derivada de las dudas y cuestiones técnicas surgidas en las visitas realizadas, con la finalidad de ampliar nuestros conocimientos referentes al oficio.

Etapa 3. Video-Registro de actividades

En la última etapa de nuestro estudio se efectuaron observaciones en los diferentes talleres de la localidad y se eligió finalmente el lugar adecuado para hacer el registro video-fotográfico de las actividades realizadas en el área de armado/soldado utilizando una cámara fotográfica.

Con el lugar de filmación establecido, se procede a realizar el video-registro de la construcción de una puerta y un portón, englobando con ello actividades en un rango de alta a mediana dificultad. La grabación completa de la construcción de la puerta y portón se realizó en un lapso de tres días con jornadas de 8 hrs diarias. Como resultado de esta actividad se obtuvo el registro de 37 minutos de grabación útil, debido a que el resto del material no considerado contiene las interrupciones en el trabajo ocasionadas por las reflexiones del soldador al analizar sus actividades consecutivas, revisiones a la estructura o la falta de materia prima cortada necesaria para poder seguir trabajando.

A continuación se presenta de manera detallada la información correspondiente a las actividades que integran la fase de armado/soldado.

3.1.1. Descripción de la Fase de Armado/Soldado

La fase de armado soldado es una parte importante del proceso de elaboración de una estructura metálica, pues al término de esta etapa la materia prima ya procesada se transforma en el producto pre-final. Sin embargo para facilitar la comprensión de las tareas que la componen, esta puede dividirse en las siguientes sub-fases:

- 1) Armado y punteado de la piezas de material cortado
- 2) Soldado de la estructura
- 3) Pulido de la soldadura
- 4) Giro y cambio de posición

1) Armado y punteado

Esta actividad consiste en unir las piezas de materia prima previamente cortadas para formar una estructura. En los talleres de balconería es muy común el uso de la soldadura eléctrica para tal fin, el procedimiento que sigue el trabajador es colocar cada una de las piezas encima de un par de caballetes semejantes a los de la FIGURA 15. Una vez colocadas en su lugar, el soldador procede a unir las superficialmente de manera que en un momento dado las piezas se puedan desprender con tan solo aplicar un poco de fuerza para separarlas, lo que permite al balconero realizar modificaciones a la estructura si es necesario.



FIGURA 15. Uso de caballetes en el taller para el armado de piezas

2) Soldado de la Estructura

El soldado de la estructura consiste en unir de manera permanente dos o más piezas por medio de la soldadura eléctrica. Esta tarea la lleva a cabo el trabajador cuando un elemento o elementos de la estructura se encuentran ubicados en su lugar correspondiente.

3) Pulido de la Soldadura

El trabajo de pulir el exceso de soldadura de las uniones del metal, tiene el propósito de lograr un buen acabado en los trabajos elaborados. Para realizar este procedimiento el balconero utiliza una pulidora manual, que desgasta la superficie irregular de las juntas con un disco de material abrasivo, similar al de la FIGURA 16.



FIGURA 16. Pulido de una estructura

4) Giro y Cambio de Posición

Esta sub-fase de trabajo ocurre cuando el balconero necesita girar, acomodar o reubicar la estructura elaborada para acceder a las áreas en las que el necesite soldar o pulir, recurriendo constantemente al uso de su fuerza física.

En la FIGURA 17 se ilustra la secuencia de las actividades realizadas por el balconero en la fase de armado/soldado. En este diagrama se observa que las sub-fases de soldado y pulido se realizan en los dos lados de la estructura.

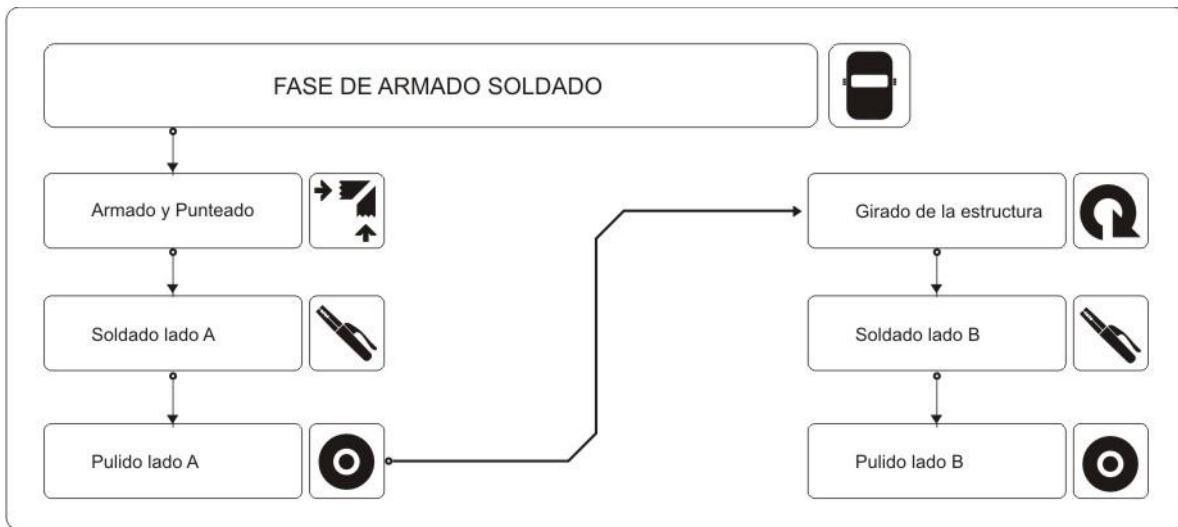


FIGURA 17. Actividades realizadas en el proceso de armado/soldado

Como herramienta complementaria para el estudio de las fases de armado/soldado se construyó un diagrama de flujo de los pasos para elaborar una estructura metálica. En él se indican las operaciones llevadas a cabo por el soldador, así como las herramientas y equipo utilizados con mayor frecuencia en los talleres. Esta herramienta ayuda a evitar la pérdida de detalle en el estudio de las fases observadas. El diagrama completo puede consultarse en el ANEXO 1.

3.1.2. Aplicación de Encuestas

Con el propósito de enriquecer nuestro estudio se aplicó una encuesta a 23 trabajadores de pertenecientes a los 10 talleres de balconería visitados, usando el formato de encuesta mostrado en el ANEXO 2. La encuesta utilizada contiene nueve preguntas, planteadas con la finalidad de conocer las características de los trabajos elaborados, las problemáticas y las necesidades que han percibido los balconeros en su área de trabajo.

A continuación se muestran los resultados de las preguntas formuladas con su respectiva respuesta.

Pregunta 1. ¿Cuál es tu edad?

El total de respuestas obtenida se muestra en la TABLA 13, en las cuales se puede apreciar que la edad de los trabajadores oscila entre los 16 y 59 años.

TABLA 13. Edades de los trabajadores de la balconería de la villa de Zaachila Oaxaca

Rango de edad (años)	56 - 60	51 - 55	45 - 50	31 - 35	26 - 30	21 - 25	15 - 20
Frecuencia	1	2	6	1	5	3	5

Pregunta 2. ¿Cuánto tiempo llevas ejerciendo este oficio?

A partir de estas respuestas se conoció que hay personas que llevan laborando más de 30 años, el concentrado de as respuesta se visualiza en la TABLA 14.

TABLA 14. Antigüedad de los trabajadores de la villa de Zaachila Oaxaca ejerciendo el oficio de la balconería

Rango de edad (años)	36 - 40	31 - 35	26 - 30	21 - 25	16 - 20	11 - 15	06 - 10	0 - 05
Frecuencia	1	1	6	3	2	1	6	3

Pregunta 3. ¿Qué tipo de trabajos son elaborados con frecuencia en el taller y cuál es el porcentaje de su producción?

El objetivo de esta pregunta fue la de conocer las cifras exactas de la cantidad y tipos de trabajos elaborados. Desafortunadamente en las balconerías el personal no lleva un control de registro de esta información. Sin embargo todos los encuestados coinciden en que los trabajos elaborados con mayor frecuencia son las puertas, las ventanas y los portones o zaguanes. En menor cantidad se producen otro tipo de estructuras las cuales se realizan con especificaciones especiales.

Pregunta 4. ¿Cuáles son las medidas comunes de las estructuras elaboradas? El resumen de las dimensiones mencionadas por los encuestados son las siguientes:

- Portones de dos o más hojas abatibles: 3.0 a 4.5 m de largo por 3.0 a 4.0 m de alto (elaborados con baja frecuencia)
- Portones de dos hojas abatibles: 2.5 a 3.0 m de largo por 3.0 a 3.5 de alto
- Puertas y ventanas: 1.0 a 2.0 m de largo por 1.0 m a 2.5 m de alto.

Pregunta 5. ¿Qué oficios parecidos a la balconería conoce usted, en los cuales se tenga que armar y soldar piezas?

Esta pregunta tuvo como finalidad establecer puntos de referencia para una posterior investigación de mobiliario de trabajo aplicable al taller de balconería.

Los oficios mencionados por los balconeros fueron los siguientes:

- Carpintería
- Trabajos de cancelería de aluminio
- Hojalatería
- Mecánica
- Plomería

Pregunta 6. ¿Sobre qué superficies o estructuras se apoyan las personas que realizan estos oficios para realizar sus tareas?

Las respuestas obtenidas de las encuestas fueron:

- Mesas
- Bancos de madera
- Caballetes
- Andamios
- Escaleras
- Tambos
- El suelo

Pregunta 7. ¿Sobre qué superficies realizas el armado y soldado de una estructura metálica?

Todas las respuestas obtenidas coinciden en el uso de caballetes de metálicos, los cuales son elaborados por los mismos trabajadores en el taller.

Pregunta 8. Menciona las dificultades que se te han presentado cuando utilizas los caballetes para armar y soldar una estructura.

Los trabajadores escribieron los problemas siguientes:

- Los elementos de los trabajos elaborados no se encuentran fijos, lo que genera con frecuencia partes desniveladas, giradas o fuera de su lugar después de haberse soldado.
- Al terminar el trabajo no se puede pintar la estructura sobre estos pues con la pintura la conexión de tierra de la planta soldadora tiende a fallar.
- Con estructuras pesadas los caballetes tienden a deformarse.

Pregunta 9. ¿Qué problemas se le presentan al elaborar estructuras de grandes dimensiones?

El conjunto de problemas descritos por lo oficiales de balconería es extenso y algunas respuestas se relacionan con la pregunta anterior, por lo cual se han ordenado de la siguiente manera:

- en el taller no se cuenta con caballetes o soportes adecuados a las dimensiones de los trabajos elaborados, lo que ocasiona que se tenga que trabajar sobre el piso.
- en algunos casos no se cuenta con suficientes caballetes para soportar el peso de una estructura.

- con frecuencia es necesario soldar elementos al caballete y así adecuarlo a las dimensiones requeridas.
- al trabajar con estructuras pesadas es necesario reforzar el caballete para evitar que este se deforme por el peso excesivo.
- para mover, girar o baja una estructura, que se encuentra sobre los caballetes se necesitan desarrollar diversas maniobras.
- en ocasiones se requiere la ayuda de personal extra o ajeno al taller para mover los trabajos construidos.
- cuando el material se acomoda de forma incorrecta sobre los caballetes este tiende a dilatarse con el calor generado por la soldadura eléctrica y aparecen deformaciones en la estructura realizada.
- en algunos casos la falta de espacio en área de trabajo constituye uno de los problemas.

Pregunta 10. ¿Qué molestias, lesiones, enfermedades o accidentes ha sufrido?

Las respuestas obtenidas en la encuesta son variadas y dependen del tiempo que cada oficial de balconería lleva laborando en el taller. Los trabajadores con mayor tiempo en el oficio reportaron problemas de seriedad en comparación con los más jóvenes. El resumen de sus respuestas es el siguiente:

- Heridas en la piel
- Golpes en el cuerpo
- Quemaduras en extremidades
- Fatiga en rodillas y articulaciones
- Cansancio en las extremidades inferiores por permanecer largas jornadas de pie.
- Lesiones en ojos causadas por partículas lanzadas al golpear o pulir metal

Pregunta 11. ¿Según su experiencia, que características debe tener una estructura o mobiliario que le permita realizar su trabajo en el área de armado/soldado de una forma fácil y segura?

Las respuestas obtenidas plantean que el mobiliario o estructura debe:

- adaptarse a las dimensiones de los trabajos a elaborar.
- facilitar el cambio de posición de los trabajos realizados.
- contener un sistema que ayude a ajustar la altura y a nivelar las piezas.
- contar con un sistema que facilite bajar la estructura al nivel del piso.
- incluir ruedas para mover la estructura de lugar.
- utilizar un Juego de poleas para ayudar en las maniobras de reubicación y acomodo de las estructuras construidas.
- tener una superficie para colocar las herramientas de trabajo y evitar que estas caigan al suelo.

Es importante señalar que la información recabada de las encuestas y observaciones proporciono información valiosa. De tal manera que algunos de los datos obtenidos, se consideraron en la lista de requerimientos de diseño para el puesto de trabajo del área de armado/soldado.

3.2. Evaluación del proceso de Armado/soldado

El análisis de la información recabada en el estudio de campo tuvo la finalidad de establecer las bases para sustentar el diseño del puesto de trabajo requerido por los talleres de balconería. Para lograr esta meta nuestro estudio se dividió en las siguientes fases de trabajo:

- Identificación de los riesgos laborales y sus causas de origen
- Evaluación postural de los sub-procesos de armado/Soldado
- Detección de necesidades

3.2.1. Identificación de los riesgos laborales y sus causas de origen

Como un medio para establecer los riesgos laborales presentes en el área de armado/soldado y determinar las raíces que favorecen su desarrollo, se realizó la construcción del diagrama de causa-efecto de los riesgos profesionales presentes en el área de armado/soldado contenido en el ANEXO 3. Esta herramienta se estructura utilizando como factores causales los cinco tipos de riesgos profesionales mencionados en el capítulo 1, y los factores casuales se obtuvieron del estudio de la información obtenida en las encuestas y el diagrama de flujo del ANEXO 1, la TABLA 15 contiene la relación de los riesgos laborales hallados, los factores que intervienen en su ocurrencia y el origen específico de estos.

Es importante resaltar que la mayor parte de los riesgos laborales detectados afectan el sistema musculo-esquelético y en menor proporción se encuentran los problemas causados por accidentes de trabajo. Por tal motivo se considero necesario realizar una evaluación postural de las actividades desarrolladas por el trabajador, cuya finalidad fue determinar el nivel de atención correspondiente a estas problemáticas y el impacto que tienen en el bienestar del balconero.

TABLA 15. Riesgos laborales detectados en el área de armado/soldado

Riesgos laborales ligados al mobiliario de trabajo		
Riesgos laborales	Factores	Origen del problema
Lesiones musculares y fatiga en las extremidades superiores del cuerpo	El balconero mueve los trabajos realizados de acuerdo a su necesidades utilizando la fuerza física	No cuenta con un mecanismo que le ayude en esta tarea
Fatiga en la espalda y piernas	El balconero adopta posturas forzadas para trabajar a nivel del piso	El uso de caballetes se ve limitado por el peso de la estructura
Fatiga en las extremidades superiores del cuerpo	El trabajador adopta posturas que le causan incomodidad al tener que estirar, encoger o juntar los brazos para alcanzar lugares poco accesibles de la estructura elaborada	La altura de los caballetes de trabajo es fija y no se puede adaptar a los requerimientos del soldador
Fatiga en las extremidades inferiores del cuerpo	El balconero realiza la mayor parte de sus tareas durante la jornada de trabajo	No existen asientos o reposapiés para tomar periodos de descanso
Lesiones cutáneas y golpes en el cuerpo.	Objetos colocados en lugares inapropiados	Falta de mobiliario o deficiencia del mobiliario existente para el acomodo de herramienta material y equipo
Falta de interés o insatisfacción laboral, por el desorden en las áreas de trabajo	Objetos colocados en lugares inapropiados	No se cuenta con mobiliario para colocar La herramienta o equipo en el área de armado/soldado

Riesgos laborales ligados al uso de herramienta o equipo		
Fatiga en las extremidades superiores del cuerpo	El trabajador adoptar posturas forzadas mientras soporta el peso de la pulidora durante periodos prolongados de trabajo.	La pulidora tiene un peso mayor a los 4 Kg.
Artritis y molestias en los miembros superiores del cuerpo	El trabajador está expuesto a las vibraciones originadas por el equipo de trabajo.	Uso prolongado la pulidora Uso de la caladora para cortar metal

Riesgos laborales ligados a las fallas humanas		
Deslumbramiento y problemas visuales	Producción de arcos luminosos intensos en las tareas de soldado	El soldador realiza una tarea sin utilizar careta para proteger su visión
Accidentes de trabajo que se traducen en: •Heridas en la piel •Lesiones musculares •Golpes en las extremidades del cuerpo •Quemaduras en la piel	El personal del taller coloca objetos en lugares no apropiados, que pueden tener partes filosas o calientes	El soldador realiza una tarea sin guantes ni ropa de trabajo adecuada El trabajador se encuentra distraído al realizar una tarea
Molestias y problemas de audición	El balconero se expone a vibraciones y Ruidos Fuertes originados por el equipo de trabajo	El personal de los talleres no utiliza el equipo adecuado de protección auditiva, al utilizar el esmeril, taladro y cortadoras eléctricas de metal
Lesiones visuales	Es frecuente que al pulir, soldar o golpear con el martillo las superficies metálicas de la estructura elaborada, se desprendan partículas que son arrojadas con fuerza en todas direcciones.	El trabajador sufre lesiones visuales por no utilizar el equipo adecuado de protección visual.

3.2.2. Evaluación Postural de los Sub-Procesos de Armado/Soldado

La aplicación del método OWAS y RULA para la evaluación postural cumplió tres funciones importantes dentro de nuestro análisis:

1. Ayudó a determinar el nivel de riesgo existente en cada una de las sub-fases del proceso de armado/soldado.
2. Permitió conocer las partes de cuerpo que se ven afectadas al realizar un cierto tipo de actividad muscular.
3. Contribuyó a determinar las acciones correctivas de diseño para evitar daños al sistema musculoesquelético.

3.2.2.1. Descripción del procedimiento

El proceso de análisis se efectuó a través de un ordenador, que se utilizó como medio para observar los videos de las tareas desarrolladas por los balconeros en la fase de armado/soldado. De los videos, fueron extraídas capturas de pantalla que describen la secuencia de las posiciones clave adoptadas por el trabajador correspondiente a la ejecución de las sub fases de soldado, pulido y girado.

Con base a estas capturas se construyó el catálogo mostrado en el ANEXO 4 que contiene las diferentes posiciones adoptadas por el trabajador en cada sub-fase de trabajo, ordenadas de mayor a menor dificultad física según los resultados arrojados por el método RULA, así como una clave de identificación por imagen.

Con las posiciones de trabajo identificadas, se realizó la valoración de cada una de las sub-fases. Los resultados de las evaluaciones posturales se puede consultar en el ANEXO 5, en ellos se muestran las puntuaciones asignadas por estas herramientas a los diferentes miembros del cuerpo, así como un resumen de los datos y su interpretación.

Para mejorar el estudio de los resultados obtenidos, los datos fueron agrupados en los tres bloques mostrados en la TABLA 16. Cada bloque fue evaluado utilizando el método OWAS y el análisis específico de cada miembro de un bloque por el método RULA.

TABLA 16. Comparación entre los miembros evaluados por los métodos OWAS/RULA

BLOQUE	OWAS	RULA
Cuello y Tronco	Espalda	Cuello / tronco
Miembros Superiores	Brazos	Brazo / antebrazo / Muñeca Giro Muñeca
Piernas	Piernas	Piernas

A partir de la experiencia adquirida durante la etapa de evaluación se decidió calificar las posiciones del cuerpo utilizando la escala mostrada en la TABLA 17, correspondiente a la puntuación asignada por los métodos OWAS y RULA. Esta medida facilitó la comparación entre los resultados conseguidos por ambos métodos, al expresar los resultados en términos del esfuerzo ejercido por el trabajador.

TABLA 17. Criterio establecido para unificar la calificación de posturas con los métodos OWAS y RULA.

OWAS (categoría de riesgo)	RULA (nivel de actuación)	NIVEL DE ESFUERZO
1	1	Normal
2	2	Aceptable
3	3	Elevado
4	4	Execivo

3.2.2.2. Resultados de la evaluación postural.

Después de examinar con atención los resultados obtenidos se decidió tomar en cuenta únicamente los factores que implican que el trabajador realice esfuerzos elevados y excesivos, asegurando con esta decisión que el resto de las actividades de menor riesgo estén cubiertas.

De manera general los resultados de la evaluación realizada por el método OWAS a la fase de armado/soldado demuestran la existencia de posibles daños al sistema musculoesquelético en las sub-fases de soldado, pulido y de giro, las cuales se incrementan proporcionalmente con las dimensiones de las estructuras metálicas elaboradas en el taller.

A partir de los resultados proporcionados por el método RULA se estableció de manera específica las partes del cuerpo que se ven afectadas al realizar las actividades en cada una de las sub-fases de trabajo.

La TABLA 18 contiene la síntesis de los datos relevantes arrojados por el método RULA, en esta tabla se presenta la información de cada una de las sub-fases de armado/soldado mostrando el porcentaje de posiciones de trabajo que afectan una extremidad del cuerpo. Cabe destacar que los datos correspondientes a las piernas no están considerados dentro de la tabla, pues la mayor parte de las actividades realizadas en el taller se ejecutan de pie lo cual se considera una postura forzada al mantenerse por más de dos horas.

TABLA 18. Criterio establecido para unificar la calificación de posturas con los métodos OWAS y RULA.

Miembro	Sub-fase de soldado		Sub-fase de pulido		Sub-fase de giro puerta		Sub-fase de giro portón
	Puerta	Portón	Puerta	Portón	Puerta trabajador A	Trabajador B	Trabajador C
Muñeca	71%	51%	67%	45%	94%	100%	97%
Giro extremo de la muñeca	24%	6%	20%	45%	19%	88%	94%
Cuello	48%	56%	43%	43%	51%	19%	100
Tronco	10%	60%	83%	53%	26%	38%	63%
Antebrazo	28%	17%	10%	26%	38%	69%	72%
Brazos	5%	37%	33%	55%	75%	12%	12%

Los datos mostrados en la TABLA 15 hacen referencia a las evaluaciones del trabajo realizado por tres oficiales de la balconería: el trabajador A que elaboro una puerta, el trabajador B que elaboro un portón y en la columna de la sub-fase de giro se agregan los datos del trabajador C que ayudo a mover el portón.

De acuerdo a este estudio se puede concluir la necesidad de reformar las condiciones laborales en los talleres para reducir las lesiones que pudieran sufrir los trabajadores. En primer lugar es necesario replantear la sub-fases de Giro, que como se pude apreciar en la TABLA 15 en esta se concentra un alto índice de posturas con esfuerzos musculares elevados/excesivos, dentro de las cuales se afecta principalmente a la muñeca y los brazos que tienen que soportar pesos elevados, en segundo lugar tenemos a la sub-fase de pulido que conlleva tareas que afectan a la mayor parte de los miembros del cuerpo, debido a que se trabaja con una herramienta de más de 2 kg de

peso que produce vibración mecánica intensa, además de adoptar posturas incómodas entre las que se destaca el tener que estirar los brazos o arquearlos hacia adentro para pulir en lugares alejados o en ángulos ocultos a la vista del trabajador. Por último se tiene a la sub-fase de solado en esta no se registran problemas de gravedad, pero si fatiga en los diferentes miembros del cuerpo causados por trabajar en lugares incómodos.

Con base a los resultados del estudio de campo se hizo posible vislumbrar el impacto que tienen las actividades desarrolladas por los trabajadores, aportando las bases para el desarrollo de los requerimientos del puesto de trabajo que toman como base las necesidades relacionadas con los riesgos laborales.

3.3. Detección de necesidades.

A partir del estudio realizado al proceso de Armado/soldado se logro establecer la lista de riesgos laborales presentes en los talleres de balconería. Posteriormente el análisis OWAS y RULA de las actividades ejecutadas por los trabajadores ayudo a determinar el nivel de seriedad de los problemas musculo-esqueléticos derivados de la carencia de mobiliario en las áreas de trabajo. Con base a esta información se han identificado las necesidades que deben ser cubiertas con el desarrollo de un puesto de trabajo y que han de corregir los riesgos laborales ligados a la carencia de mobiliario. La lista de ellas es la siguiente:

- Evitar sobre-esfuerzos en las extremidades superiores del cuerpo ocasionadas por mover o girar objetos pesados.
- Dar apoyo al trabajador para impedir que pase demasiado tiempo de pie
- Evitar que el trabajador se estire, incline, agache o gire la espalda con demasiada frecuencia.
- Permitir al usuario tomar posiciones cómodas de trabajo.
- Ajustarse a las dimensiones corporales del usuario.
- Considerar el peso y dimensiones de los trabajos elaborados en el taller para evitar deformaciones en este.
- Proporcionar el soporte adecuado a la herramienta y equipo de trabajo, evitando con ello accidentes y su deterioro.

Conclusiones de capítulo

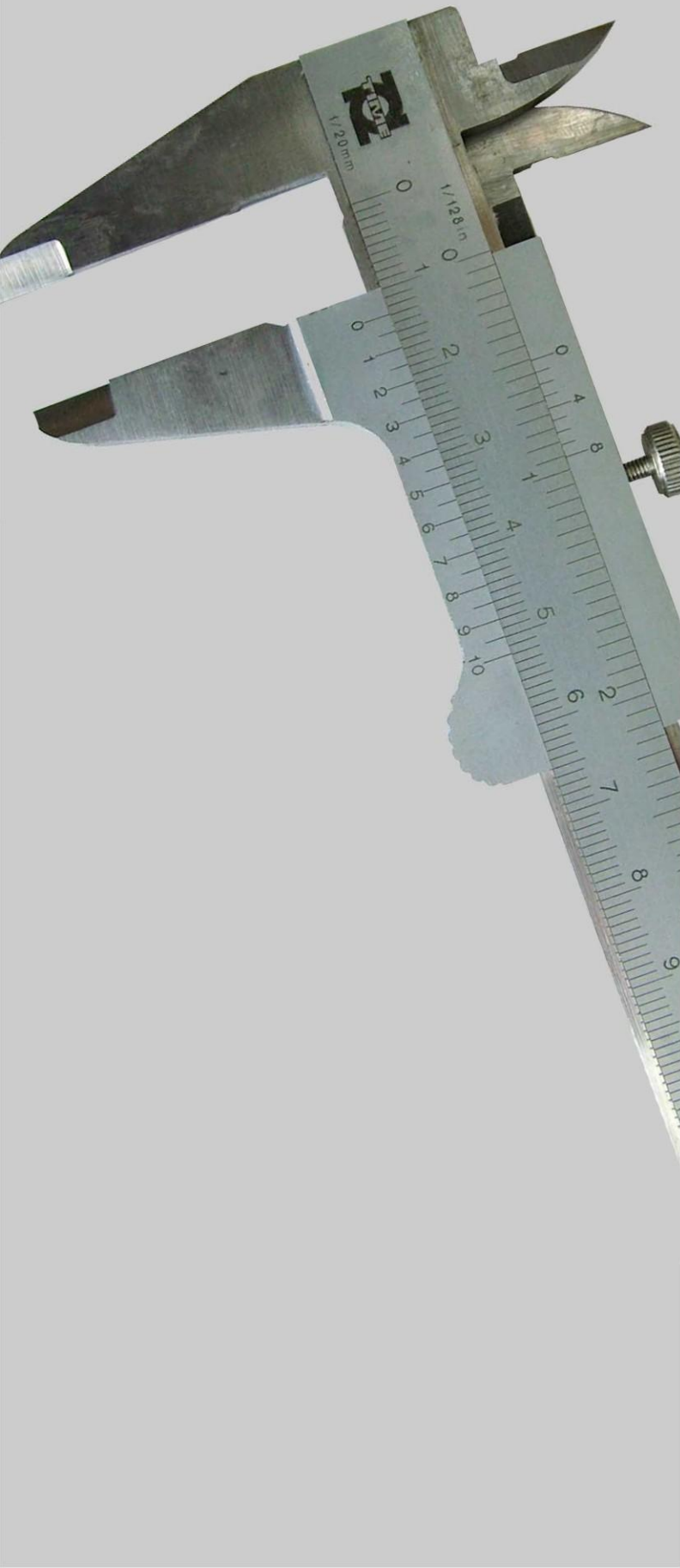
Después conocer y comprender los procesos desarrollados en el área de armado/soldado de los talleres de balconería, y entender las problemáticas que se presentan en estos centros de trabajo, fue posible valorar el peso de cada una de ellas, logrando determinar con ellos que los riesgos profesionales presentes en la tareas efectuadas por los oficiales de la balconería afectan especialmente la salud de su sistema musculoesquelético, el cual está sometido a niveles de trabajo elevados y excesivos, por lo cual se considera prestar mayor atención a esta problemática en el diseño del mobiliario.

Finalmente con base a lo observado en el estudio de campo se estableció que los riesgos profesionales no cubiertos por el mobiliario pueden mejorarse con las acciones de los propios trabajadores, para lo cual los ellos deben:

- Realizar el aseo periódico de sus áreas de trabajo
- Utilizar ropa y zapatos adecuados al trabajo
- Usar la careta para evitar lesiones por quemaduras en la cara y deslumbramiento visual.
- Utilizar guantes que permitan absorber parte de las vibraciones generadas por la pulidora y ayuden a evitar quemaduras con objetos calientes.
- Colocar tapones en los oídos o utilizar orejeras para evitar molestias y problemas de audición.
- Hacer uso de una pulidora de menor peso o substituir esta herramienta por una pulidora neumática para evitar la fatiga en las extremidades superiores

Capítulo IV.

Fase de Diseño



Introducción

El desarrollo de esta fase de trabajo se dividió en cuatro etapas correspondientes a la recopilación de datos, conceptualización de ideas, diseño a detalle de los prototipos y la construcción de los modelos.

En la primera etapa de trabajo se recopiló la información necesaria para generar las ideas, que permitieron obtener soluciones adecuadas a los diferentes problemas hallados en el área de armado/soldado. Dentro de estas variables se consideran los parámetros y requerimiento surgidos de la detección de necesidades descrita en el capítulo II, así como la información de mobiliario vinculado a los talleres de balconería proporcionados por fabricantes o distribuidores.

En la segunda etapa se realizó la conceptualización, evaluación y elección de las características deseables para crear los elementos del mobiliario que mejor se adaptaran a las exigencias de los trabajadores.

Los planos correspondientes a las propuestas finales de mobiliario, se realizaron en la tercera etapa de trabajo. En estos se reflejaron las dimensiones corporales de la población de usuarios, las medidas físicas de las herramientas de trabajo utilizadas por el personal, las características de la materia prima y las piezas comerciales elegidas para la construcción de los modelos.

Finalmente en la cuarta fase se realizó la construcción y ensamblado de los elementos que constituyen los prototipos.

4.1. Recopilación de datos

La recolección de datos es una parte importante para la planeación, desarrollo y construcción del puesto de trabajo, ya que de esta manera es como nosotros podemos retroalimentarnos a través de los conocimientos teóricos-prácticos obtenidos de la consulta de libros, manuales, catálogos y las observaciones de campo. La información recabada durante esta fase de trabajo fue la siguiente:

- parámetros y requerimientos del mobiliario de trabajo.
- recomendaciones y principios ergonómicos de diseño.
- dimensiones antropométricas de la población de usuarios.
- Investigación de productos existentes en el mercado.

4.1.1. Parámetros y requerimientos del mobiliario de trabajo

La brecha entre las necesidades existentes en el área de armado/soldado de los talleres de balconería y las exigencias funcionales del puesto de trabajo se traducen en los parámetros y requerimientos de diseño, los cuales acotan los límites y alcances del producto requerido por los usuarios. A manera de resumen la TABLA 19 nos muestra las particularidades consideradas en la planeación del proyecto y las características incluidas en el mobiliario de trabajo.

TABLA 19. Parámetros y requerimientos que deben ser satisfechos por el mobiliario de trabajo.

Es necesario considerar que:	El puesto de trabajo debe:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ En el taller se elaboran con mayor frecuencia puertas, portones y ventanas de dimensiones que van desde 1 a 3 m de ancho por 1 a 4.5 m de largo ▪ Se trabaja con estructuras que rebasan los 250 kg de peso ▪ El trabajador no debe adoptar posturas forzadas o realizar sobreesfuerzos para mover cambiar o girar los objetos realizados. ▪ Se debe facilitar el acceso a las distintos puntos de la estructura, para evitar que el trabajador tome posiciones forzadas e incómodas ▪ Se debe proporcionar áreas para colocar la herramienta, material y equipo, evitando con ello accidentes laborales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptarse a las dimensiones de la estructura. ▪ Facilitar el cambio de posición y el giro de la estructura de herrería realizada. ▪ Contar con un mecanismo que permita ajustar la altura de la superficie de trabajo. ▪ Incluir un sistema que facilite bajar la estructura al nivel del piso. ▪ Utilizar ruedas para por mover la estructura de lugar. ▪ Incluir un asiento o reposapiés para el descanso de los trabajadores. ▪ Contar con un mobiliario destinado a mantener cerca del trabajador los materiales y herramientas de uso frecuente.

La consideración de estos datos tuvo como finalidad establecer los elementos requeridos en el puesto de trabajo que permitan mejorar visiblemente el desarrollo de las actividades diarias de los trabajadores de la balconería y que se vean reflejadas en la disminución de los riesgos laborales.

4.2. Estudio de mercado

El estudio de mercado es una parte importante de nuestra investigación, la cual nos permite obtener información valiosa y retomar cualidades positivas de los productos existentes o bien evaluar sus defectos, logrando con esto un óptimo desempeño de nuestro producto final.

Con base en nuestra lista de requerimientos seleccionamos y estudiamos los siguientes productos:

- Mesas para trabajos de soldadura
- Mobiliario para instrumental, herramienta y equipo de trabajo.
- Sillas y Bancos de Trabajo

4.2.1. Mesas para trabajos de soldadura

Debido a la carencia de mobiliario en el taller de balconería y a la simplicidad de los hallados en las distintas áreas de trabajo de los oficios descritos en las respuestas de la pregunta 5 de nuestra encuesta, se procedió a realizar una búsqueda en las páginas electrónicas de diversos proveedores de mobiliario industrial. Obteniendo información variada de diversos productos, de entre los cuales se eligieron cuatro sistemas de trabajo de diferente grado de complejidad, presentados en las FIGURAS 18 a 21.

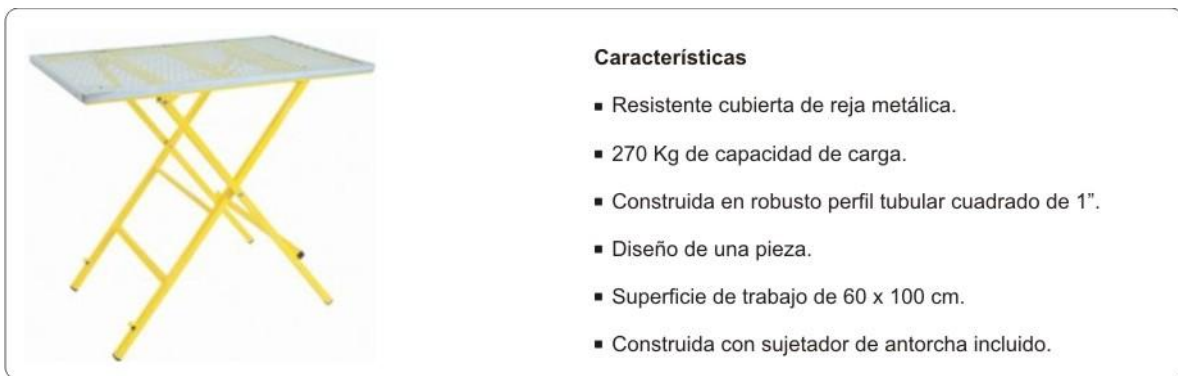


FIGURA 18. Mesa Metálica para Soldar Modelo SUM*783980.³³

³³ COMPLETE WELDING. Mesa Metálica para Soldar. < disponible en http://completeweldingmx.com/store/product_info.php?products_id=184&osCsid=6e43e1c16a1c85a351ce30060c7caf73> [Consulta: febrero de 2012]



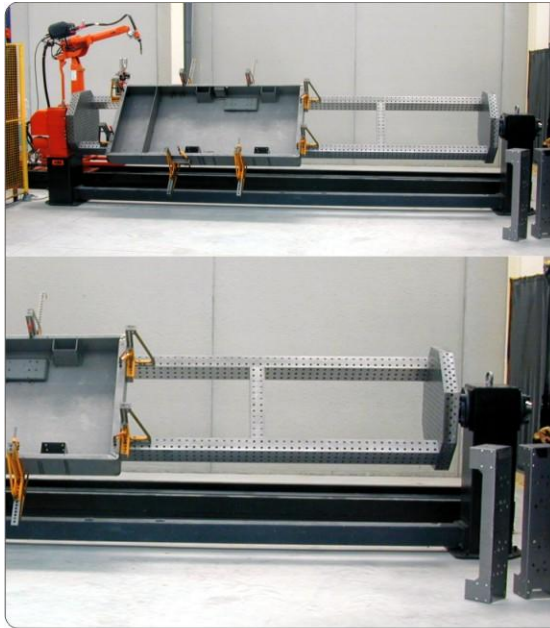
FIGURA 19. Tabla de altura de elevación de soldadura de montaje MSE-08-02 hidráulica regulable.³⁴



FIGURA 20. Mesas de soldar y montaje marca DEMMELER.³⁵

³⁴ ALL-BIZ LTD. Mesas de soldar y montaje. <disponible en <http://15910.ru.all.biz/cat.php?oid=684918>> [Consulta: febrero de 2012]

³⁵ BLUCO CORPORATION. Robot on Fixed Pedestal. <disponible en www.bluco.com/applications/robotics/welding_robot_on_fixed_pedestal.html> [Consulta: febrero de 2012]



Características

- el sistema cuenta con un soporte de vigas gemelas que conectan el cabezal y el contrapunto del eje de giro.
- la soldadura de las piezas queda expuesta tanto en la parte frontal como en la trasera, lo que permite al robot soldar por completo la pieza en un solo montaje.
- las vigas pueden reacomodarse fácilmente para soldar trabajos de diferentes longitudes.
- cuenta con bloques de 4.0m (13 ½') conectados entre las barras modulares
- una serie de barras de fijación y abrazaderas ayudan a suspender la estructura soldada en el centro.
- las piezas sueltas se pueden montar en el mismo aparato usando barras de fijación.

FIGURA 21. Robot con accesorio de giro marca DEMMELER.³⁶

Cualidades de las mesas de trabajo

Para completar nuestra investigación de mercado fue necesario determinar las cualidades positivas (+) y negativas (-) de los productos hallados con la finalidad de retomarlas en el desarrollo de nuestro mobiliario. A continuación se presenta la valoración realizada para cada producto observado.

Mesa para soldar

- La mesa es plegable lo que permite ahorrar espacio y ser transportada con facilidad de un lugar a otro (+)
- Su diseño impide ajustar la altura de trabajo (-)
- Las dimensiones de su estructura son fijas y reducidas (-)

³⁶ BLUCO CORPORATION. Robot with Rollover Fixture. < disponible en www.bluco.com/applications/robotics2/welding_robot_with_rollover_fixture.html > [Consulta: febrero de 2012]

Mesa de soldar y montaje

- La estructura soporta objetos pesados (+)
- Su sistema permite ajustar la altura de la superficie de trabajo (+)
- El material de la mesa evita la adherencia de restos de la soldadura (+)
- El plano de trabajo está constituido por vigas independientes lo que facilita la renovación de elementos en caso de daño (+)
- La superficie consta de ranuras en forma de T que ayudan a la fijación de materia prima o estructuras(+)
- El sistema depende de la energía eléctrica lo que incrementa insumos (-)
- Las dimensiones de la superficie de trabajo son fijas (-)
- La mesa no está pensada para agruparse en módulos de trabajo (-)
- El peso de la mesa y la ausencia de ruedas impide que esta se pueda desplazar (-)

Robot de soldadura en el pedestal fijo

- La estructura soporta objetos pesados (+)
- La mesa de trabajo es modulable (+)
- La mesa cuenta con un sistema de barrenos roscados que por medio de barras de fijación y abrazaderas que le permite fijar materiales u objetos al plano de trabajo (+)
- La superficie de la mesa esta diseñada para evitar la adherencia de partículas de soldadura (+)
- El sistema facilita el montaje de estructuras largas (+)
- Cada mesa cuenta con ruedas que permiten cambiar de lugar el área de trabajo (+)
- La altura de la superficie de trabajo es fija (-)

Robot con accesorio de giro

- La estructura soporta objetos pesados (+)
- El sistema permite girar la estructura en un eje horizontal de 360° (+)
- El sistema de giro facilita el acceso sobre los diferentes puntos de la estructura (+)
- El sistema es modular lo que permite adaptar el área de trabajo a la longitud de la estructura (+)
- La superficie de trabajo cuenta con un sistema de barrenos roscados que por medio de barras de fijación y abrazaderas permiten fijar materiales u objetos a al plano de trabajo (+)
- La altura de la superficie de trabajo es fija (-)

Resultados

Cada una de las mesas observadas tiene alguna limitante que la hace inadecuada a las necesidades del taller de balconería, sin embargo todas poseen características deseables en el desempeño del mobiliario para realizar el armado y soldado en el taller. A partir de estas cualidades positivas se han retomado los siguientes mecanismos que se ajustan perfectamente a los parámetros y requerimientos de diseño.

- sistema de plegado para ajustar altura vertical
- eje horizontal para girar los trabajos en un ángulo de 360°
- estructura sólida para el trabajo con estructuras pesadas
- sistema de prensas y anclas para fijar la materia prima al plano de trabajo
- sistema modular para la construcción de estructuras de grandes dimensiones
- implementación de ruedas para el desplazamiento de la estructura

Con las características y mecanismos elegidos para el buen funcionamiento del mobiliario de armado/soldado, se dio inicio a la búsqueda de mobiliario apropiado para acomodar y transportar la herramienta y equipo de trabajo.

4.2.2. Mobiliario para Instrumental, Herramienta y Equipo de Trabajo

De acuerdo a los requerimientos del puesto de trabajo se realizó una búsqueda de mesas para el acomodo y acarreo de la herramienta de trabajo utilizada por los soldadores. Para lograr esta tarea se realizaron diversos recorridos a las áreas de trabajo de los oficios sugeridos en las encuestas, así como visitas a las salas y quirófanos del hospital Rural "O" y la clínica Robotizada de la Universidad de la Sierra Sur ubicadas en la Ciudad de Miahuatlán de Porfirio Díaz Oaxaca. De estas visitas fueron elegidas las cinco mesas rodantes que se describen e ilustran en las FIGURAS 22 a 26.

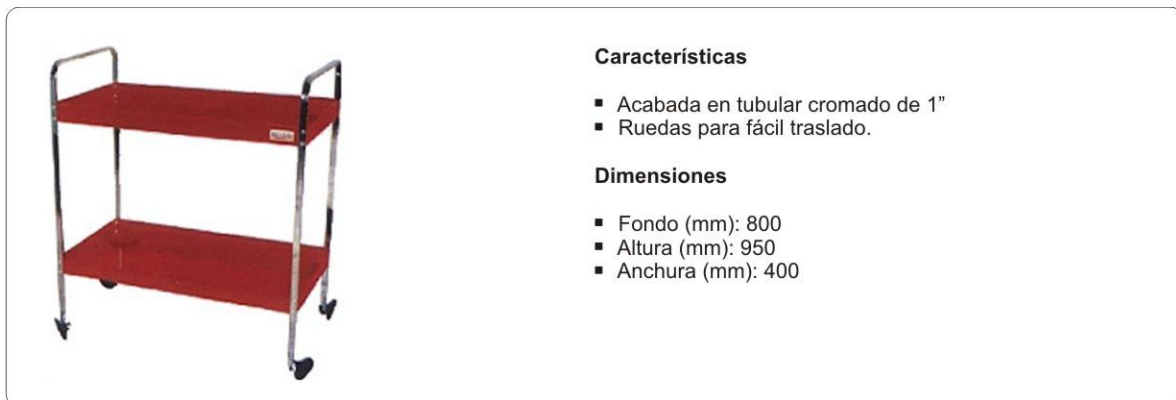


FIGURA 22. Mesa rodante PALLADINO.³⁷

³⁷ PALLADINO EQUIPAMIENTOS. Mesas Rodantes <<http://www.industriaspalladino.com.ar/mesas-rodantes-taller-mecanico.htm>> [Consulta: febrero de 2012]



Características

- Óptima estabilidad en movimiento
- El estante superior se puede configurar como mesa o como bandeja
- Capacidad: 120Kg

Dimensiones

- Altura (mm): 945
- Anchura (mm): 926
- Fondo (mm): 1,230

FIGURA 23. Mesa auxiliar con ruedas MRMP-9912 marca MECALUX³⁸



Características

- Acabado en pintura electrostática previo proceso de fosfatizado.
- Base en "u" y poste de estructura construida en tubo de acero rectangular.
- Cuenta con 4 ruedas giratorias de 2 pulgadas que permite su fácil y silencioso deslizamiento dentro del área hospitalaria.
- Sistema de regulación de altura manual por medio de roseta de ajuste.
- Tablero de melamina de una cara, forrado con fórmica en la otra cara y bordes en todo su perímetro.

Dimensiones

- Fondo (mm): 800
- Altura (mm): Regulable entre : 750 y 1,050
- Anchura (mm): 400

FIGURA 24. Mesa puente de comida PME-006³⁹

³⁸ MECALUX, SA. Mesa auxiliar con ruedas http://www.almacendirecto.com/familia/mesa_auxiliar_con_ruedas/35.htm [Consulta: febrero de 2012]

³⁹ FERROMEDICA. Mesa puente de comida PME-006 <disponible en http://medncomp.com/ferromedica/index.php?page=shop.product_details&product_id=47&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=57> [Consulta: febrero de 2012]



Características

- Mesa puente móvil
- Acabado en pintura electrostática

Dimensiones

- Fondo (mm): 795
- Ancho (mm): 400
- Altura (mm): variable entre 700 y 960

FIGURA 25. Mesa Puesto PANAMEDICAL F-32⁴⁰



Características

- Fabricada en estructura de tubo cromado redondo de 1" calibre 18.
Cubierta de aglomerado laminado de 16 mm con perfil de plástico en los cantos
Rodajas de 2".

Dimensiones

- Fondo (mm): 1,500
- Ancho (mm): 400
- Altura (mm): variable entre 800

FIGURA 26. Mesa Sobre-cama Tipo Puesto 465⁴¹

⁴⁰ DISTRICLINIC S.A.S. Mesa Puesto PANAMEDICAL F-32. <disponible en http://www.districtclinic.com.co/productos-73-mesa_puesto_panamedical_f-32> [Consulta: febrero de 2012]

⁴¹ MAYO MEDICAL. Mesa Sobre-cama Tipo Puesto 465. <<http://www.mayomedical.com.mx/?do=subcategoria&&cat=1&&accion=mostrar&&subcat=4>> [Consulta: febrero de 2012]

Cualidades de las mesas auxiliares

La lista de cualidades positivas (+) y carencias (-) observadas es estos productos son:

Mesa rodante PALLADINO

- la mesa utiliza ruedas que le permite mantener la herramienta cerca del lugar de trabajo (+)
- cuenta con dos charolas para acomodar material (+)
- la estructura es ligera y estable (+)
- la altura de las charolas para colocar la herramienta es fija (-)
- las agarraderas sobresalen demasiado y pueden constituirse como un obstáculo para tomar la herramienta (-)

Mesa auxiliar con ruedas MRMP-9912

- la mesa utiliza ruedas que le permite mantener la herramienta cerca del lugar de trabajo (+)
- la estructura cuenta con dos charolas para acomodar material (+)
- la altura de las charolas es ajustable (+)
- los pernos que unen la estructura tienden a aflojarse por la vibración continua en el área de trabajo (-)
- para reconfigurar partes es necesario usar desarmadores y/o pinzas (-)

Mesa puente de comida PME-006

- la mesa permite mantener los alimentos cerca del paciente (+)
- la estructura ahorra espacio al posicionarse sobre la cama y el paciente (+)
- las ruedas facilitan el traslado de la mesa dentro del área requerida (+)
- la altura de la charola se ajusta por medio de un mecanismo accionado por una manivela (+)
- la carga que soporta la charola es limitada (-)
- la mesa no cuenta con agarraderas para ser jalada o empujada por el usuario (-)

Mesa Puente PANAMEDICAL F-32

- la mesa mantiene el instrumental y equipo médico cerca de los usuarios (+)
- la estructura ahorra espacio al posicionarse sobre la cama y el paciente (+)
- las ruedas facilitan el traslado de la mesa dentro del área requerida (+)
- la altura de la superficie de trabajo es ajustable (+)
- la base de piso en forma de L ayuda a evitar tropiezos (+)
- la carga que soporta la estructura es limitada (-)
- la mesa no cuenta con agarraderas para ser jalada o empujada por el usuario (-)

Mesa Sobre-cama Tipo Puente 465

- la charola permite mantener los alimentos cerca del paciente (+)
- la estructura ahorra espacio al posicionarse sobre la cama y el paciente (+)
- cuenta con ruedas que facilitan su traslado (+)
- la altura de la superficie de la mesa es fija (-)
- la carga que soporta la estructura es limitada (-)
- la mesa no cuenta con agarraderas para ser jalada o empujada por el usuario (-)

Resultados

Las mesas analizadas comparten la misma función, sin embargo la diferencia entre cada una es la configuración de su estructura y el material con el cual están fabricadas. Las cualidades retomadas para realizar la conceptualización de propuestas de una mesa rodante apropiada al área de armado/soldado fueron:

- estructuras basadas en los modelos PME-006, PANAMEDICAL F-32 y la Mesa Sobre-cama Tipo Puente 465
- implementación de charolas similares a las de la mesa de PALLADINO para dar soporte a los equipos y evitar que las herramientas cilíndricas rueden y caigan al suelo.
- sistema para ajustar la altura de la charola basado en los modelos PME-006 y PANAMEDICAL F-32
- ruedas para el fácil traslado de la mesa auxiliar

4.2.3. Sillas y Asientos de Trabajo

El mercado nos ofrece una gran variedad de asientos industriales ergonómicos, sin embargo antes de elegir un asiento, es necesario realizar una cuidadosa selección basada en los requerimientos funcionales y ergonómicos apropiados a los trabajadores y al área de armado/soldado.

Requerimientos de funcionalidad.

Basados en las observaciones y el estudio de las actividades desarrolladas en los talleres de balconería se estableció que es necesario dotar al área de armado/soldado de un asiento en el que el trabajador se encuentre semi-sentado, permitiendo al usuario tomar descansos periódicos, de manera que el flujo de trabajo no se vea interferido por el propio asiento. De acuerdo con estas necesidades se estableció que los asientos deben ser:

- Prácticos, evitando constituirse como un obstáculo en el desarrollo de las actividades.
- Portables, al permitir la movilidad del trabajador alrededor de su puesto de trabajo.
- Durables, compuestos de materiales resistentes a las salpicaduras de la soldadura eléctrica, partículas originadas en el sub-proceso de pulido, golpes causados por objetos pesados y el desgaste continuo.

Requerimientos ergonómicos del asiento

El confort que puedan proporcionar los asientos fue uno de los objetivos principales que se buscaron en el estudio de mercado. Los requerimientos constructivos proporcionados por Konz⁴² que a continuación se describen han permitido establecer las características necesarias.

⁴² KONZ, S. Óp. Cit. P. 304

Construcción del asiento

- El acojinamiento debe ceder alrededor de 25 mm para dar un buen apoyo al cuerpo.
- El asiento debe inclinarse de 1° a 15° para ayudar a mantener una posición de trabajo equilibrada en la cual se brinde apoyo con el respaldo. Además esta inclinación ayuda a prevenir que el usuario resbale del asiento al momento de modificar su postura.
- Se debe evitar que la tapicería tenga salientes en el borde frontal del asiento, es mejor contar un borde curvo para mejorar el área de contacto con la parte posterior de los muslos.

Altura del asiento

- La altura del asiento se debe determinar considerando la distancia entre la altura de trabajo y la altura del codo
- Es necesario considerar que la postura sedente más cómoda es aquella en la cual los muslos quedan aproximadamente en posición horizontal y los pies está apoyado en el piso.
- Se recomienda dejar una distancia considerable entre la superficie del asiento y la superficie de trabajo, de manera que quede el espacio suficiente para los muslos.

Profundidad del asiento

- El asiento no debe ser demasiado profundo, para que el usuario no tenga que sentarse hacia adelante, perdiendo con ello el apoyo del respaldo, ni demasiado cortó para evitar la fatiga en los muslos al perder parte de la superficie de apoyo. Konz⁴³ recomienda una distancia de 37.5 a 40.0 cm.
- Es necesario considerar una holgura de 2 a 7 cm entre las rodillas y el asiento, procurando que sea fácil pararse o sentarse.

Anchura del asiento

- Se recomienda contar con asientos amplios, ya que se adaptan a un mayor porcentaje de la población, Konz⁴⁴ recomienda considerar como anchura mínima 40.0 cm, al cual se le puede agregar una holgura de 5.0 cm para la ropa y los bolsillos.

⁴³ KONZ, S. Óp. Cit. P. 305

⁴⁴ *Ibíd.*

Construcción del respaldo

- El respaldo ideal es ajustable horizontal y verticalmente
- Los bordes no deben ser agudos o filosos
- La forma del respaldo debe ser cóncava.
- El tapizado deberá ser rígido
- Es necesario dar un ángulo de inclinación de aproximadamente 5° hacia atrás para brindar comodidad a la espalda.
- El ancho del respaldo debe diseñarse considerando que los codos no choquen con este.
- La altura del respaldo no debe de exceder de los 125 mm si es para dar apoyo al área lumbar baja

Además de estos requerimientos puntuales Konz⁴⁵, recomienda que:

- El ángulo recomendado para una silla industrial deberá estar entre los 95° y 110°.
- Es necesario evaluar la necesidad del uso de ruedecillas, debido a que aun cuando facilitan el desplazamiento de la silla, es común que el asiento se mueva cuando el usuario no lo requiera, ocasionando problemas de seguridad.
- el asiento de trabajo debe permitir el cambio de la posición vertical del asiento, la ubicación horizontal del respaldo y el ajuste de la altura de un apoyo para los pies.

Basados en estos requerimientos fueron seleccionados los siguientes modelos de sillas ilustrados en las figuras 27 a 31.

⁴⁵ KONZ, S. Óp. Cit. P. 305

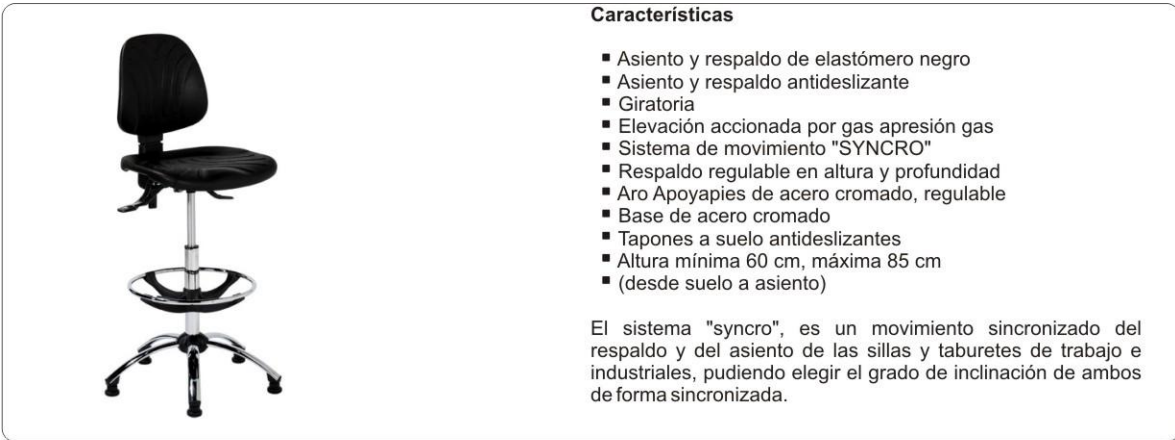


FIGURA 27. Silla de trabajo industrial XP40C.⁴⁶

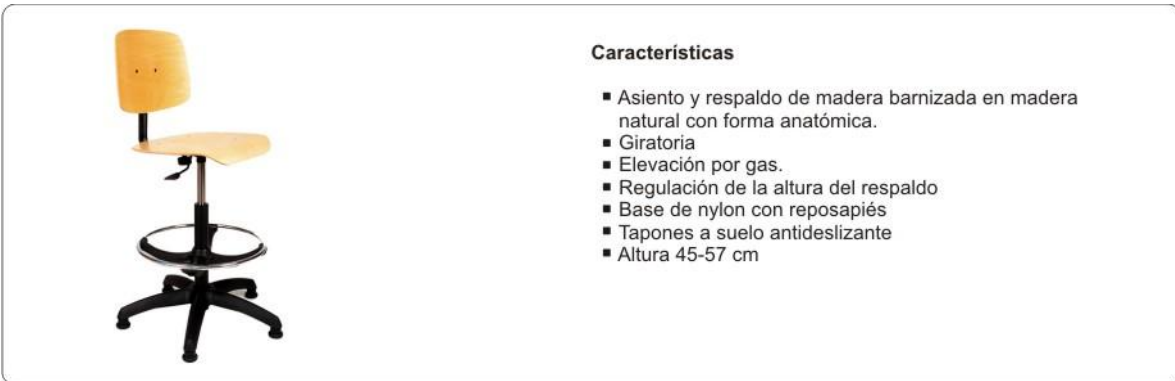


FIGURA 28. Silla industrial modelo E-11.⁴⁷

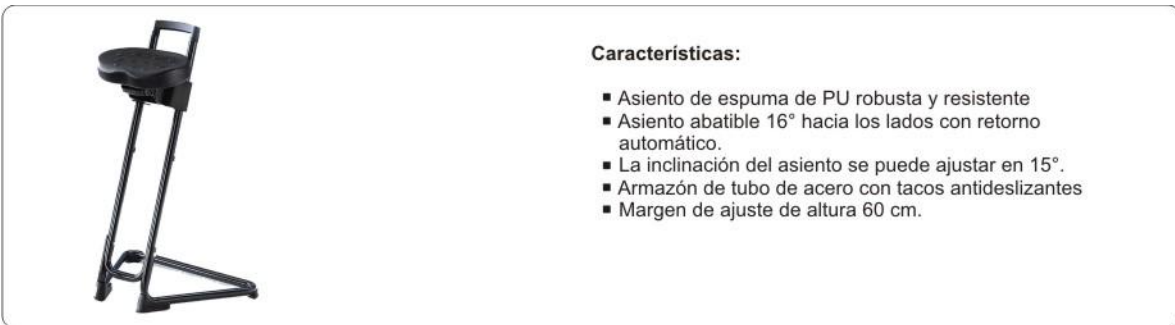


FIGURA 29. Taburete de apoyo 583 677.⁴⁸

⁴⁶ SITBACK MEDITERRANEA S.L. Silla de trabajo industrial XP40C <<http://www.sillasindustriales.es>> [Consulta: febrero de 2012]

⁴⁷ C.E. PICACE'S S.L. Sillas de trabajo en Madera. <disponible en http://www.todoart.com/sillas_de_trabajo.htm> [Consulta: febrero de 2012]

⁴⁸ KAISIER + KRAFT. Taburete de apoyo: Taburete de apoyo 583 677.

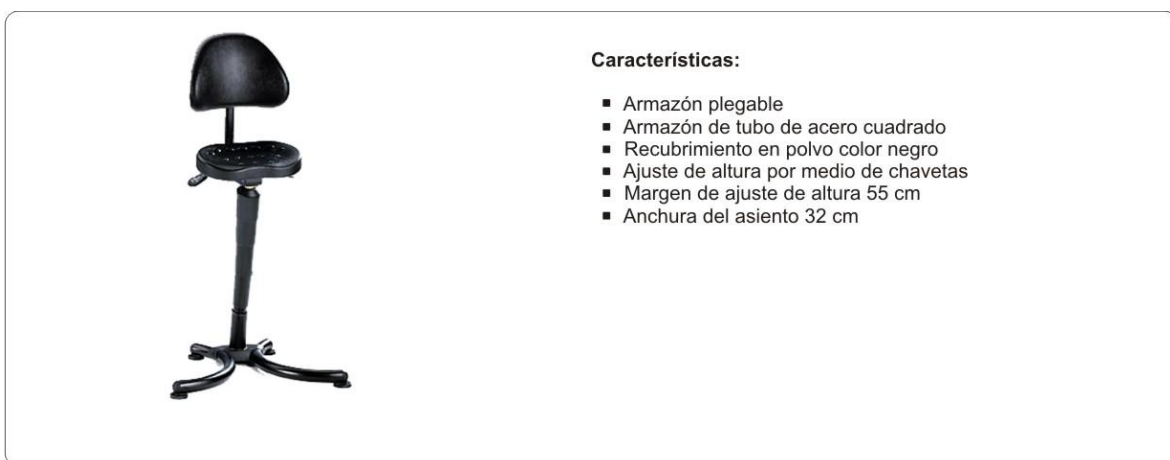
<<http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M373/Taburete+de+apoyo.html?js=true>> [Consulta: febrero de 2012]



Características:

- Armazón plegable
- Armazón de tubo de acero cuadrado, con recubrimiento en polvo color negro
- Ajuste de altura por medio de chavetas
- Margen de ajuste de altura 55 cm
- Reposapiés

FIGURA 30. Taburete de apoyo Robust 982 409.⁴⁹



Características:

- Armazón plegable
- Armazón de tubo de acero cuadrado
- Recubrimiento en polvo color negro
- Ajuste de altura por medio de chavetas
- Margen de ajuste de altura 55 cm
- Anchura del asiento 32 cm

FIGURA 31. Taburete de apoyo 921 498.⁵⁰

⁴⁸ KAISIER + KRAFT, Taburete de apoyo: Taburete de apoyo Robust
 <<http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M54049/Taburete+de+apoyo+Robust+con+ajuste+de+altura+continuo.html>> [Consulta: febrero de 2012]

⁵⁰ KAISIER + KRAFT, Taburete de apoyo: Taburete de apoyo 921 498
 <<http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M75289/Taburete+de+apoyo.html>> [Consulta: febrero de 2012]

Evaluación de las sillas y taburetes de trabajo

La elección de asiento de trabajo se realizó utilizando la matriz de evaluación mostrada en la TABLA 20, en esta se verifica que productos cumplen con los requerimientos funcionales y ergonómicos ya establecidos con anterioridad.

El método establecido para evaluar los asientos consistió en asignar un punto a cada requerimiento cumplido y sumar la puntuación obtenida para determinar la mejor opción, sin embargo debido a que varios de los proveedores no muestran parte de la información requerida, el examen se realizó considerando los puntos observados en todos los productos.

TABLA 20. Matriz de evaluación de sillas y taburetes de trabajo.

Modelo de silla	XP40C	E-11	760 262	982 406	921 498
Características de la estructura					
Práctica	0	0	1	1	1
Portable	0	0	1	1	1
Durable	1	1	1	1	1
El asiento cuenta con apoyo para los pies.	1	1	0	1	0
El apoyo para las pies es variable	1	0	0	1	0
Características del asiento					
Asiento tapizado con acojinamiento de más de 25mm	--	0	1	--	--
bordes curvos sin filos	1	1	1	1	1
Inclinación de 1° a 15°	1	--	1	--	--
Altura variable	1	1	1	1	1
Profundidad del asiento en un rango de 375 a 400 mm.	--	--	--	--	--
asientos amplios o con anchura mínima de 400 mm	1	1	--	--	0
Características del respaldo					
altura variable	1	1	0	1	0
bordes curvos sin filos	1	0	0	1	1
forma cóncava.	1	1	0	1	1
tapizado rígido	1	0	0	1	1
ángulo de inclinación de aproximadamente 5°	1	1	0	1	--
el ancho no obstruye el movimiento de los codos	--	--	0	1	--
el apoyo lumbar bajo se encuentra entre los 125 mm	0	0	0	0	0
Total	9	6	5	11	8

El resultado de la evaluación de las sillas ha arrojado que el asiento ideal para el área de armado/soldado es el Taburete de apoyo Robust 982 406. Este taburete cuenta con una práctica estructura que le permite plegarse para ahorrar espacio cuando no está en uso, y ofrece diversos mecanismos para que el usuario ajuste el ángulo de inclinación de la silla, las alturas del respaldo, asiento, y reposapiés, convirtiéndola en la opción más práctica y funcional.

4.3. Conceptualización

Retomando las características deseables de cada uno de los mobiliarios estudiados fueron realizadas diversas soluciones enfocadas a satisfacer las necesidades del área de armado/soldado. Con este objetivo se realizaron bocetos detallados que describen tres sistemas para realizar el armado/soldado de estructuras y tres mesas para el traslado de herramienta y equipo. De estas propuestas se evaluó cada uno de los mecanismos utilizados con la finalidad de establecer la factibilidad de su aplicación. Finalmente fueron elaboradas dos propuestas de mobiliario correspondientes al armado/soldado de estructuras y al traslado de herramienta utilizando las mejores ideas derivadas de cada uno de los conceptos propuestos.

A continuación se presentan los bocetos de los primeros mecanismos planteados y el concepto final derivado de estos.

4.3.1. Propuestas de mobiliario para armado/soldado

Propuesta A / Mesa de trabajo extensible

La mesa de trabajo mostrada en la FIGURA 32 se compone de dos soportes laterales dotados de extensiones telescópicas, unidos por un puente extensible, que permiten ajustar el largo y ancho de la superficie de trabajo a las diferentes dimensiones de los productos realizados en el taller de balconería.

El sistema contempla el uso de un juego de poleas instaladas en el techo del taller que permitan sujetar las estructuras metálicas y sirvan de apoyo al personal de los talleres para realizar las maniobras correspondientes al giro o cambio de posición de los objetos colocados sobre la mesa. La estructura de trabajo deberá incorporar el uso de ruedas para realizar el reacomodo o traslado de productos terminados dentro del área del taller.

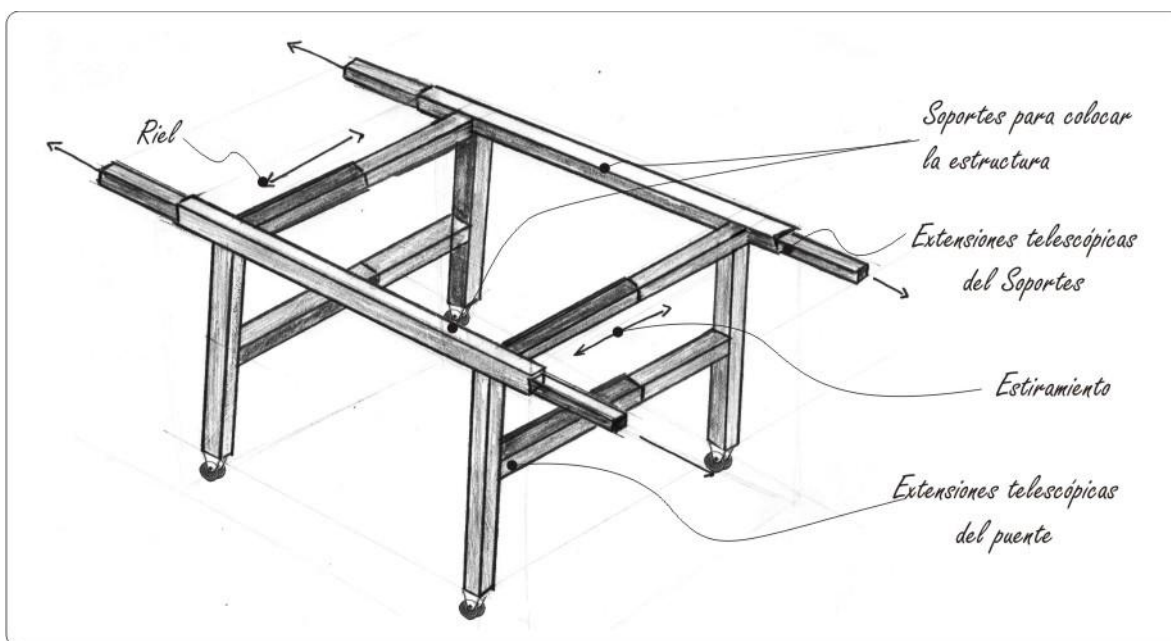


FIGURA 32 Mesa de trabajo extensible

Propuesta B / Sistema de Caballetes con Eje de Giro

Esta propuesta retoma el uso de caballetes para dar soporte a los trabajos realizados en el taller, la razón principal se basa en el hecho de que el mismo producto elaborado por el balconero se convierte en parte de la superficie de trabajo, con lo cual se simplifica la estructura del mobiliario.

Concentrando nuestra atención en los problemas hallados en el uso de los caballetes tradicionales, se ha optado por el sistema ilustrado en la FIGURA 33. En esta propuesta se expone un diseño triangular construido con material de calibre reforzado que proporcione mayor rigidez y evite la deformación de sus elementos. Además se plantea el uso de un brazo de soporte giratorio que permita inclinar los elementos ya armados para realizar su soldado y pulido, evitando que el trabajador realice posturas incómodas al intentar alcanzar todas las áreas de trabajo requeridas. A esta estructura se agrega un sistema de frenado de giro que consiste en un semicírculo metálico ideado con el propósito de constituirse como punto de apoyo al brazo de soporte. Al igual que en la propuesta anterior se considera el uso de ruedas para el traslado de la estructura.

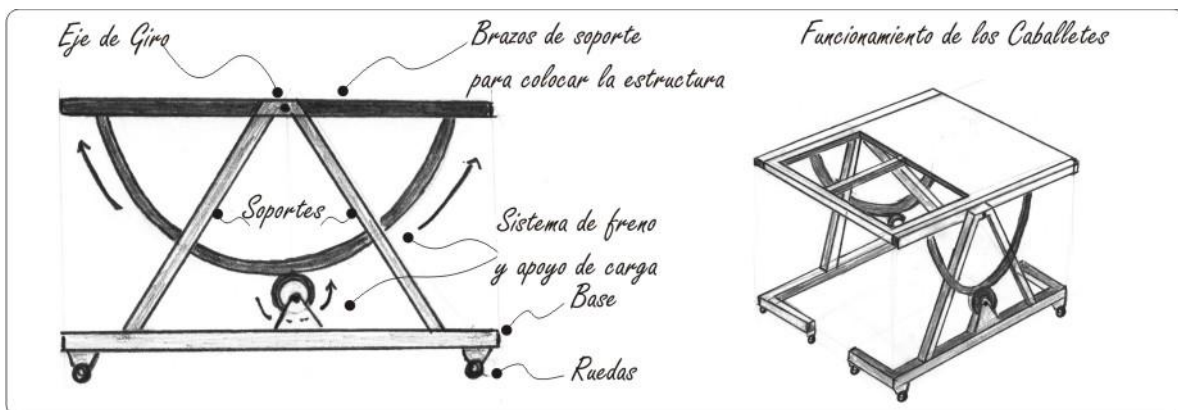


FIGURA 33 Sistema de caballetes con eje de giro

Propuesta C / Sistema de Caballetes con Eje de Giro, Base y soportes Telescópicos

A manera de mejorar el desempeño de los caballetes, la propuesta contenida en la FIGURA 34 contempla un soporte telescópico que permite al usuario ajustar la altura de la superficie de trabajo, así como una base extensible que brinda estabilidad a la estructura cuando se elaboren trabajos de dimensiones superiores al caballete. En esta propuesta se ha considerado elaborar los brazos de soporte de la estructura de un perfil de calibre considerable para evitar deformaciones y dotar al eje de giro con un freno constituido por un semicírculo de metal con perforaciones radiales lo que permitirá inclinar la estructura al ángulo requerido por el trabajador y frenar su movimiento por medio de un cerrojo que atraviese las perforaciones.

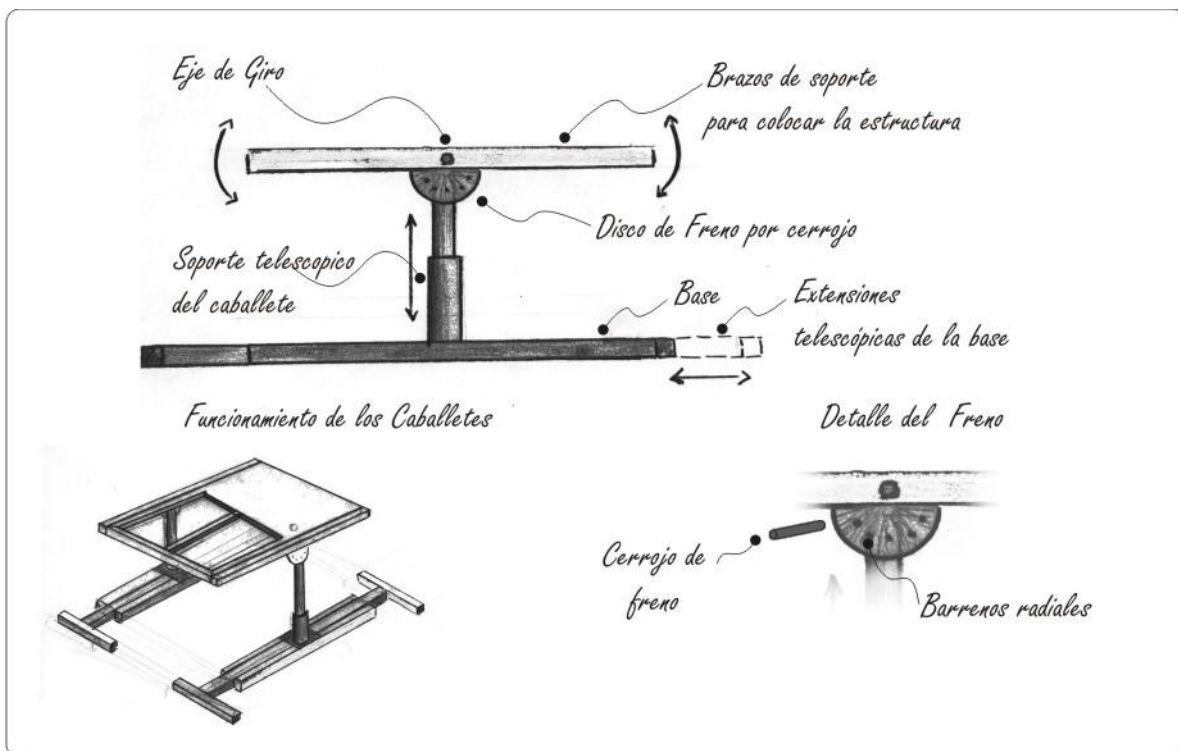


FIGURA 34 Sistema de caballetes con eje de giro y base telescópica

4.3.1.1. Evaluación de propuestas

Las características de las tres propuestas de mobiliario para armado/soldado se presentan en las TABLAS 21, 22 y 23. En cada tabla se estudio la viabilidad de los mecanismos implementados en cada sistema, además de verificar el cumplimiento de los parámetros y requerimientos establecidos al inicio de este capítulo.

TABLA 21. Propuesta A / Mesa de trabajo extensible

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Vialidad	Motivo de aceptación o rechazo
Estructura solida, que contemple el trabajo con cargas en un rango de 10 kg a más de 200 kg.	Construcción de la estructura con perfiles de pared gruesa	Media	La implementación de materiales reforzados permite trabajar con cargas pesadas, sin embargo también incrementa el peso de la mesa.
Sistema para facilitar el acceso a los distintos puntos de la estructura, evitando con esto posturas forzadas e incómodas a los trabajadores.	Uso de poleas en el techo para mover y girar la estructura	No	No todos los talleres cuentan con espacios adecuados para la instalación de esos mecanismos
Sistema que evite posturas forzadas y esfuerzos vigorosos al trabajador para mover, cambiar o girar la estructura	Uso de poleas en el techo para mover y girar la estructura	No	El uso de una polea no implica que el trabajador no siga realizando algún tipo de esfuerzo físico vigoroso, o que se necesite en algunos casos de más de una persona para realizar estas maniobras.
Sistema que facilite bajar la estructura al nivel del piso.	Uso de poleas en el techo para mover y girar la estructura	No	Es una solución que no se puede realizar generalizar a todos los talleres.
Estructura adaptable a las dimensiones de las puertas, portones y ventanas establecidas en un rango de 1 a 2 m de ancho por 1 a 3.5m de largo	Uso de extensiones telescópicas en los soportes y puentes de la mesa de trabajo	Si	Es una solución práctica que evita tener una estructura voluminosa en los talleres, y que posibilita la construcción de trabajos de múltiples dimensiones.
Mecanismo para ajustar la altura de trabajo de acuerdo a la altura del usuario y del trabajo elaborado	-----	-----	-----
Ruedas para por mover la estructura de lugar.	Uso de ruedas metálicas	Si	Su uso permite mover la mesa de trabajo y la estructura al mismo tiempo, sin la necesidad de cargar los trabajos elaborados.

TABLA 22. Propuesta B / Sistema de caballetes con eje de giro

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Vialidad	Motivo de aceptación o rechazo
Estructura solida, que contemple el trabajo con cargas en un rango de 10 kg a más de 200 kg.	Construcción de la estructura con perfiles de pared gruesa y estructuración triangular.	Si	La implementación de una estructura con este tipo de configuración ayuda a evitar las deformaciones en los elementos que la componen.
Sistema para facilitar el acceso a los distintos puntos de la estructura, evitando con esto posturas forzadas e incómodas a los trabajadores.	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Media	Los ejes permiten inclinar la estructura con lo que se logra acercar el área de trabajo al usuario lo que evita que él tenga que estirarse o subir sobre la estructura para alcanzarlo.
Sistema que evite posturas forzadas y esfuerzos vigorosos al trabajador para mover, cambiar o girar la estructura	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Media	Sin embargo el sistema de freno y soporte es demasiado complejo
Sistema que facilite bajar la estructura al nivel del piso.	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Si	El eje de giro solo permite inclinar la estructura, así que para poder girarla habría que desmontarla primero.
Estructura adaptable a las dimensiones de las puertas, portones y ventanas establecidas en un rango de 1 a 2 m de ancho por 1 a 3.5m de largo	Uso de caballetes independientes	Si	La inclinación de la estructura, permite bajar el trabajo terminado utilizando los soportes como rampa y deslizándose por ellos en vez de levantarla y retirarla, que es como se realiza actualmente.
Mecanismo para ajustar la altura de trabajo de acuerdo a la altura del usuario y del trabajo elaborado	-----	-----	El uso de caballetes independientes permite dar el soporte necesario a los extremos del trabajo a elaborar, ajustándose a su longitud, no se considera necesario ajustar las dimensiones de los soportes, ya que al ancho de los trabajos no varía tanto en comparación de la longitud permitiendo establecer una dimensión fija.
Ruedas para por mover la estructura de lugar.	Uso de rodajas locas metálicas	Si	----- Su uso permite mover los trabajos elaborados, sin la necesidad de cargarlos.

TABLA 23. Propuesta C / Sistema de caballetes con eje de giro y base telescópica

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Vialidad	Motivo de aceptación o rechazo
Estructura solida, que contemple el trabajo con cargas en un rango de 10 kg a más de 200 kg.	Construcción de la estructura con perfiles de pared gruesa y estructuración en I	Si	La implementación de una estructura con perfiles reforzados ayuda a evitar las deformaciones en los elementos que la componen sin contar con elementos extras que aumente el peso de los caballetes.
Sistema para facilitar el acceso a los distintos puntos de la estructura, evitando con esto posturas forzadas e incómodas a los trabajadores.	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Si	Los ejes permiten inclinar la estructura con lo que se logra acercar el área de trabajo al usuario lo que evita que él tenga que estirarse o subir sobre la estructura para alcanzarlo. El sistema de freno es sencillo y práctico de implementar
Sistema que evite posturas forzadas y esfuerzos vigorosos al trabajador para mover, cambiar o girar la estructura	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Media	El eje de giro solo permite inclinar la estructura, así que para poder girarla habría que desmontarla primero.
Sistema que facilite bajar la estructura al nivel del piso.	Eje horizontal y freno en los soportes de la estructura utilizados para variar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo.	Si	La inclinación de la estructura, permite bajar el trabajo terminado utilizando los soportes como rampa y deslizándose por ellos en vez de levantarla y retirarla, que es como se realiza actualmente.
Estructura adaptable a las dimensiones de las puertas, portones y ventanas establecidas en un rango de 1 a 2 m de ancho por 1 a 3.5m de largo	Uso de caballetes independientes	Media	El uso de caballetes independientes permite dar el soporte necesario a los extremos del trabajo a elaborar, ajustándose a su longitud, no se considera necesario ajustar las dimensiones de los soportes, ya que al ancho de los trabajos no varía tanto en comparación de la longitud permitiendo establecer una dimensión fija.
Mecanismo para ajustar la altura de trabajo de acuerdo a la altura del usuario y del trabajo elaborado	Soporte telescópico	Media	El uso de este sistema se ve limitado, al no contar con un mecanismo que ayude a extender o reducir la longitud del soporte, convirtiendo esta tarea en un trabajo manual e incómodo ocasionado al trabajador cuando este tenga que levantar el peso de la extensión y los brazos del soporte, con una mano mientras con la otra coloca el freno.
Ruedas para por mover la estructura de lugar.	-----	-----	-----

A partir de los resultados obtenidos en las TABLAS 21, 22 y 23 se estableció que el sistema de caballetes con eje de giro resulta ser la opción de mayor viabilidad, sin embargo se determinó la necesidad de replantear el concepto antes de su implementación.

4.3.1.2. Síntesis de Alternativas

Propuesta D / Sistema de Caballetes Articulados

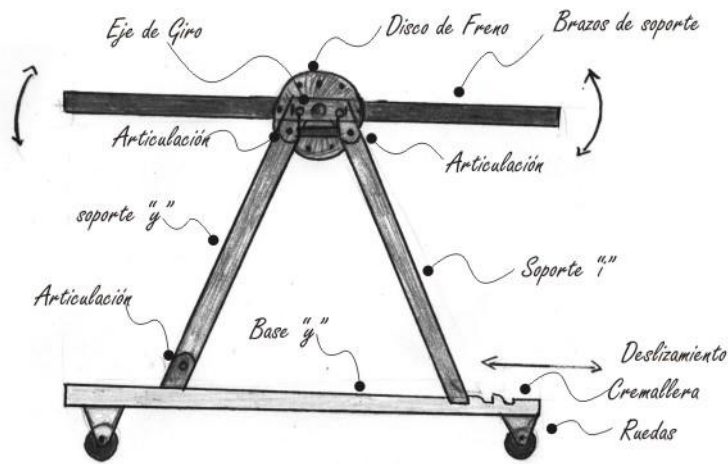
Este sistema retoma el concepto estructural de la propuesta B, y se enriquece con el sistema de giro y frenado de la propuesta C, para aprovechar los beneficios de ambas propuestas.

El nuevo mecanismo de freno se proyectó a diferencia de su antecesor como un disco metálico con perforaciones perimetrales, de manera que el brazo de soporte pudiera realizar un giro de 360° y no quedara limitado a 180° como en las propuestas B y C. Con este ajuste se evita que el objeto elaborado sobre los caballetes tenga que desmontarse para soldar o pulir el lado que yace boca abajo.

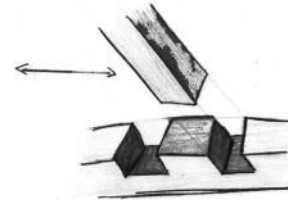
Para solucionar el sistema de ajuste de altura se tomo en cuenta el sistema de plegado de la mesa para soldar modelo SUM*783980⁵¹, de la cual se desprende el uso de articulaciones en la estructura del caballete. Este mecanismo permite ajustar la altura del brazo de soporte al reducir la distancia entre los soportes del caballete, aprovechando que estos junto con la base están dispuestos de forma triangular. Finalmente se retoma el uso de ruedas metálicas para facilitar el desplazamiento de los trabajos elaborados en el taller. El detalle del funcionamiento y elementos que integran los caballetes articulados se esboza con mayor detalle en la figura 35.

⁵¹ COMPLETE WELDING. Opt. Cit.

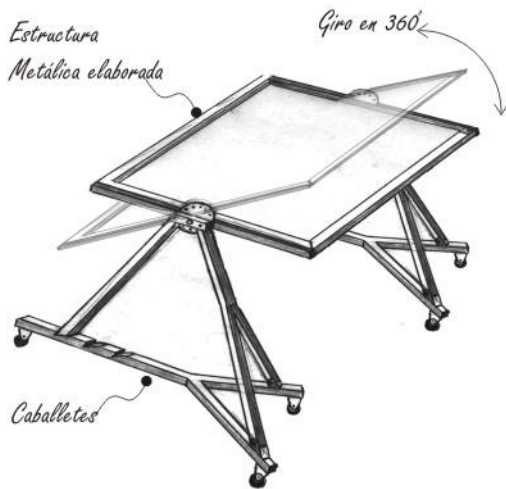
Elementos del Caballete Articulado



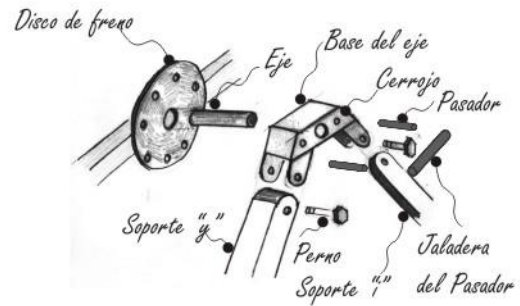
Detalle del uso de la cremallera



Funcionamiento de los Caballetes



Explosivo del mecanismo de freno



Funcionamiento del freno

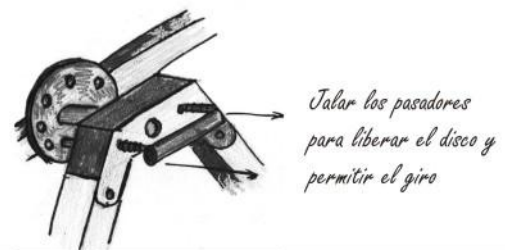


FIGURA 35 Sistema de caballetes articulados

4.3.2. Propuestas de Mesas Auxiliares

A raíz de la información obtenida de cada una de las mesas auxiliares halladas durante el estudio de mercado, se realizaron las siguientes propuestas que pretenden satisfacer las necesidades de brindar el soporte necesario a la herramienta y equipo de trabajo utilizado en el área de armado/soldado.

Propuesta E. /Mesa Auxiliar 1

Esta propuesta se baso en la Mesa sobre-cama Tipo Puente 465⁵² utilizada para servir alimentos a los pacientes en los hospitales, aprovechando la forma de su estructura que le permite ahorrar espacio al situar la charola porta herramientas sobre el área de trabajo. La característica principal de este mobiliario es que permite mantener la herramienta sobre la superficie del trabajo, facilitando al usuario contar con todo lo necesario cerca de él con tan solo deslizar la mesa a lo largo de la estructura realizada.

La mesa expuesta está ideada para dar soporte a la herramienta y equipo de trabajo a través de una charola metálica con bordes perimetrales que eviten la caída de los desarmadores, cinceles, brocas y otras herramientas con formas cilíndricas que utiliza el balconero. Así mismo se plantea el uso de un par de soportes extensibles, previstos de un seguro que le permitirá al usuario fijar el movimiento de los soportes. A continuación se presenta la FIGURA 34 que contiene la descripción grafica de los elementos que integran la propuesta E.

⁵² MAYO MEDICAL. Óp. Cit.

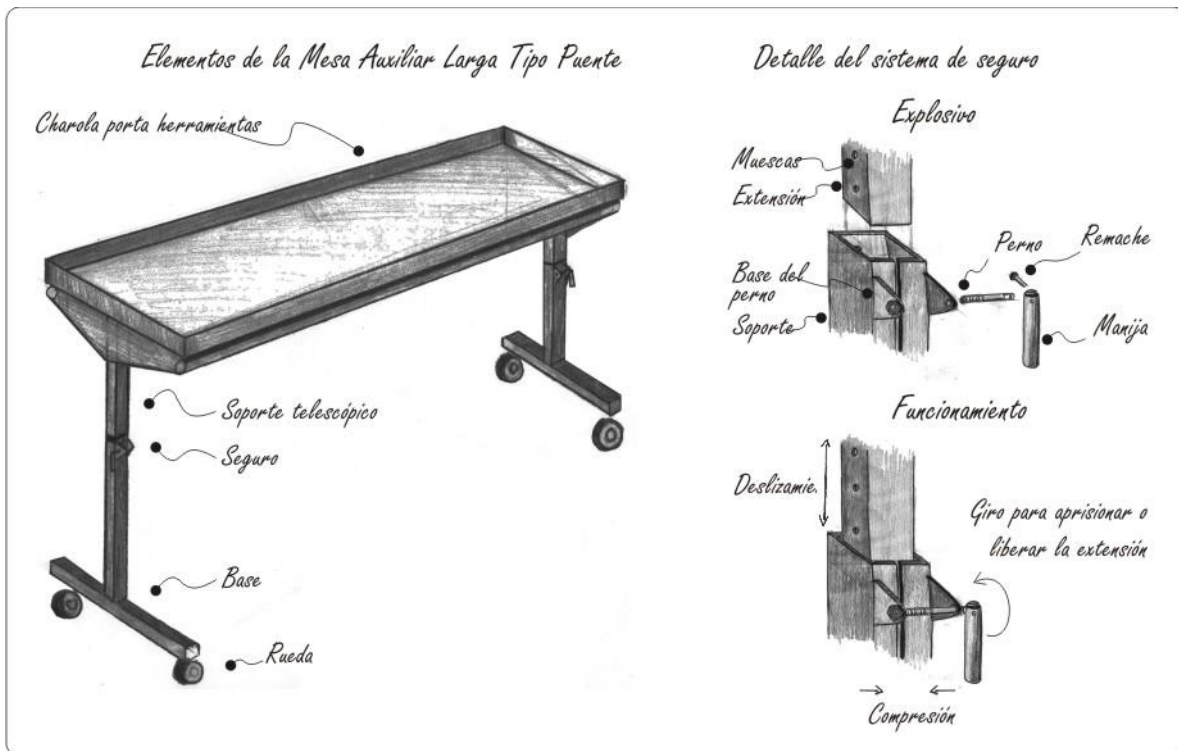


FIGURA 36. Boceto de los elementos y detalles que integran la Propuesta E

Propuesta F / Mesa Auxiliar 2

El concepto que se presenta a continuación se apoyo en la mesa rodante de Palladino Equipamientos y la mesa puente de Districlinic, de la primera se adopto la idea de colocar dos charolas porta herramientas y de la segunda el uso de soportes en un solo extremo, lo que permitirá posicionar las charolas por debajo y sobre el área de trabajo a manera de mantener la herramienta cerca del usuario.

Los elementos que integran la propuesta F son similares a los de la propuesta E, la diferencia radica en que los dos soportes de esta mesa se han de colocar en uno de los extremos de las charolas en lugar de colocarlos en sus extremos opuestos, tal y como se hace en la propuesta F.

La razón por la cual se implementa el uso de dos charolas consiste en mantener las herramientas o equipos necesarios en la charola superior y en la segunda colocar lo que no está siendo utilizado, pero que se necesitaran posteriormente. Los detalles de las partes que integran la mesa auxiliar de la propuesta F se describen en la figura 37.

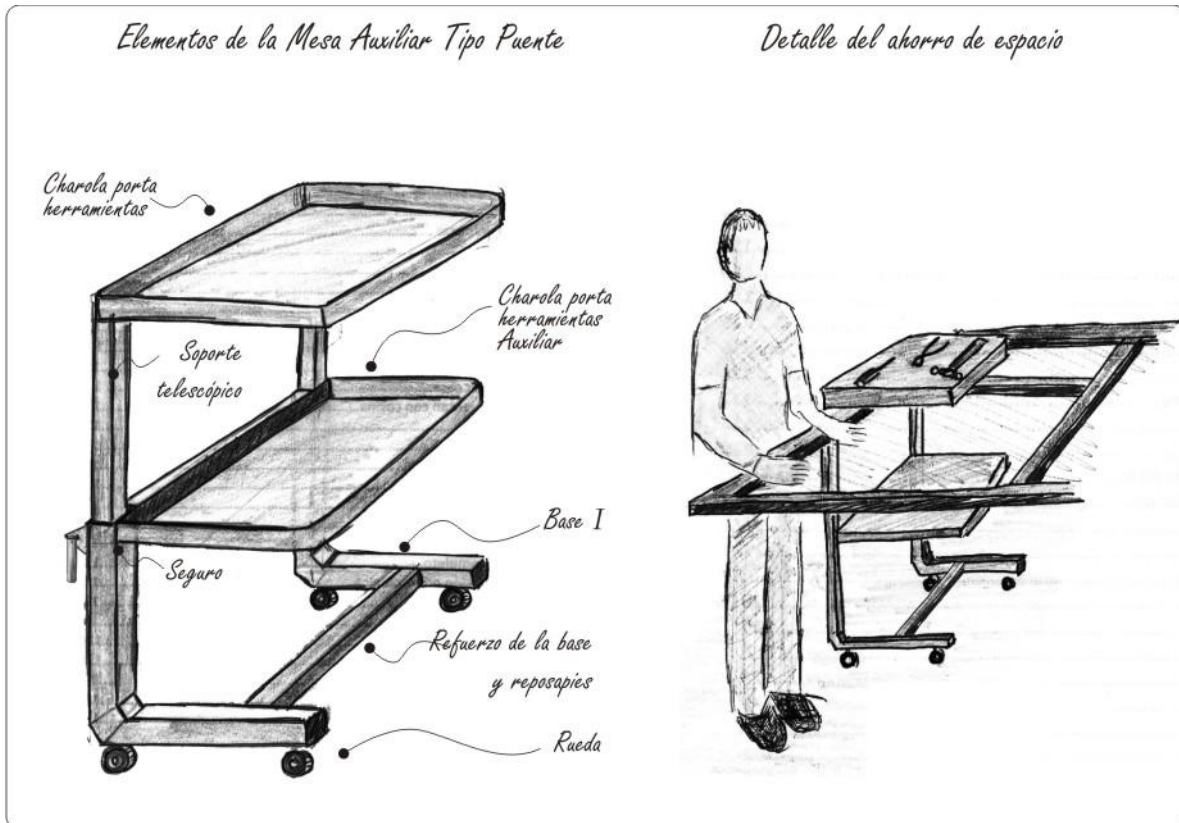


FIGURA 37. Boceto de los elementos que integran la Propuesta F

Propuesta G / Mesa Auxiliar 3

En esta propuesta se plasmo una alternativa para ajustar la altura de la charola porta herramientas diferente a la presentada en la propuestas E y F, para lo cual se retomo una vez más el sistema plegable de la mesa para Soldar SUM*783980.

El sistema se ilustra en la FIGURA 38, en la cual se observa la configuración de tijera en los soportes de la mesa. En los bocetos se observa que el ajuste de la altura de la charola se realiza abriendo o cerrando el ángulo entre los soportes. Así mismo se considera el uso de una articulación que une un extremo de la charola con el extremo superior de uno de los soportes permitiendo que esta sea abatible y pueda apoyarse sobre el soporte que queda libre.

Para fijar la altura de la charola se bosqueja el uso de una cremallera situada en la base de la mesa en la cual se ancla el extremo inferior del soporte libre y una manija que permitirá al usuario limitar el giro en el eje de los soportes.

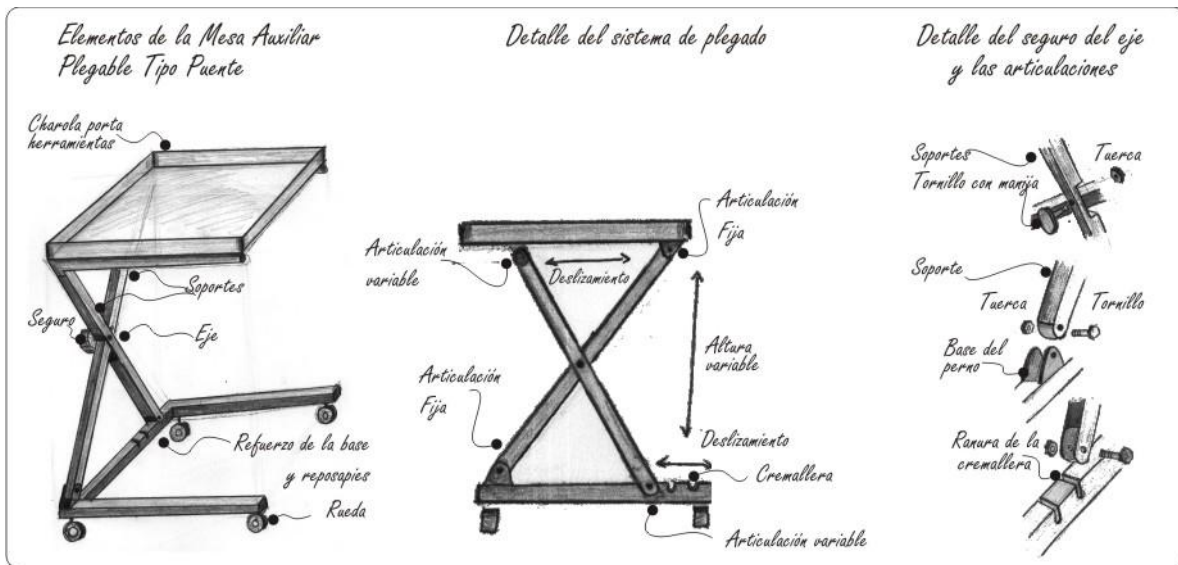


FIGURA 38. Boceto de los elementos y detalles que integran la Propuesta G

4.3.2.1. Evaluación de propuestas

La evaluación de cada una de las mesas auxiliares ideadas se realizó por medio de las TABLAS 24, 25 y 26. Utilizando estas tablas se evaluó la viabilidad de los mecanismos planteados en cada propuesta, además de verificar el cumplimiento de los parámetros y requerimientos que permiten mejorar el desempeño de cada uno de los conceptos presentados.

TABLA 24. Evaluación de la Propuesta E / Mesa Auxiliar 1

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Vialidad	Motivo de aceptación o rechazo
La estructura debe contemplar el trabajo con cargas en un rango de 1 a 20 kg de peso.	Charola construida de lámina negra con estructura metálica de calibre reforzado.	Si	Los materiales son durables y adecuados al tipo de actividades desarrolladas
El sistema debe facilitar el acceso a la herramienta y equipo en cualquier punto del área de trabajo.	La mesa cuenta con ruedecillas para su desplazamiento y permitirá posicionar la herramienta sobre el área que ocupan los trabajos realizados, al tener una longitud de 2.5 metros.	Media	Es una solución práctica, sin embargo una estructura tan larga podría constituirse como un estorbo cuando estas no estén siendo utilizada.
Se debe proporcionar manijas o jaladeras a la mesa para que el usuario pueda moverla.	La estructura contempla el uso de un par de pasamanos longitudinales que servirán para jala o empujar la mesa	Si	Las jaladeras de la mesa son parte de la estructura y no son un obstáculo para tomar los objetos situados en la charola.
La altura de la mesa debe ajustarse a la altura requerida por los usuarios y los trabajos elaborados.	El soporte cuenta con extensiones telescópicas	Media	El mecanismo utilizado segmenta los soportes para hacerlos extensibles, lo que puede generar que la estructura no sea firme.

TABLA 25. Evaluación de la Propuesta F / Mesa Auxiliar 2

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Vialidad	Motivo de aceptación o rechazo
La estructura debe contemplar el trabajo con cargas en un rango de 1 a 20 kg de peso.	Estructura metálica de calibre reforzado y Charola elaborada de triplay de 12 mm con perímetro de lámina negra.	Si	Los materiales son los adecuados al tipo de actividades desarrolladas. Al utilizar madera en la charola, es posible disminuir el ruido ocasionado por la vibración de los objetos colocados sobre esta.
El sistema debe facilitar el acceso a la herramienta y equipo en cualquier punto del área de trabajo.	La mesa cuenta con ruedecillas para su desplazamiento y se proporciona un par de charolas porta herramientas.	Si	La mesa permite posicionar la herramienta cerca del área de trabajo e incluso sobre los trabajos elaborados. La charola extra permite colocar herramienta extra que ha de usarse posteriormente.
Se debe proporcionar manijas o jaladeras a la mesa para que el usuario pueda moverla	-----	-----	-----
La altura de la mesa debe ajustarse a la altura requerida por los usuarios y los trabajos elaborados.	El soporte cuenta con extensiones telescópicas	Si	Se cuenta con un par de soportes extensibles, lo cual mejora la estabilidad de soporte de la charola principal.

TABLA 26. Evaluación de la Propuesta G / Mesa Auxiliar 3

Parámetros y Requerimientos	Mecanismo utilizado	Si	Motivo de aceptación o rechazo
La estructura debe contemplar el trabajo con cargas en un rango de 1 a 20 kg de peso.	Superficie de charola elaborada de triplay de 12 mm con perímetro de lámina negra y estructura metálica de calibre reforzado.		Los materiales son los adecuados al tipo de actividades desarrollada. Al utilizar madera en la charola, es posible disminuir el ruido ocasionado por la vibración de los objetos colocados sobre esta.
El sistema debe facilitar el acceso a la herramienta y equipo en cualquier punto del área de trabajo.	La mesa cuenta con ruedecillas para su desplazamiento y está provista de una Charola porta herramientas.	Si	La mesa se permite posicionar la herramienta cerca del área de trabajo e incluso sobre los trabajos elaborados.
Se debe proporcionar manijas o jaladeras a la mesa para que el usuario pueda moverla de lugar	-----	-----	-----
La altura de la mesa debe ajustarse a la altura requerida por los usuarios y los trabajos elaborados.	El soporte cuenta con una base plegable que permite aumentar o disminuir la altura de la mesa.	Media	El mecanismo empleado para ajustar la altura puede ocasionar inestabilidad en la estructura y posición de la charola.

4.3.2.2. Elección de la mejor alternativa

De acuerdo a los resultados obtenidos en las tablas 22 a 24 se estableció que las propuestas E y F cumplen con la mayor parte de los parámetros y requerimientos. Sin embargo se eligió la propuesta F como la mejor opción, debido a que a esta solo era necesario agregar un juego de jaladeras para contar con todos los parámetros y requerimientos establecidos en su valoración.

Propuesta H / Mesa Auxiliar 4

Para mejorar el desempeño de la propuesta F se agregaron un juego de jaladeras que por su forma permita al usuario tomar la mesa de manera cómoda y una charola extra en la parte inferior, con lo cual se aprovecha al máximo la capacidad de almacenamiento de la mesa. El esquema de la Mesa Auxiliar H se presenta en la FIGURA 39.



FIGURA 39. Mesa Auxiliar 4

4.4. Diseño a detalle

En el lapso de esta etapa de trabajo se realizó la búsqueda de perfiles metálicos partes comerciales y accesorios adecuados para la construcción del caballete articulado y de la mesa auxiliar definidas en el capítulo anterior. Posteriormente se consultaron diversas fuentes para hallar un registro de las dimensiones antropométricas representativas de la población mexicana necesarias para realizar el dimensionamiento del mobiliario.

La importancia de esta etapa fue la establecer y controlar cada una de las variables que intervienen en el desarrollo de nuestro proyecto a manera de reducir las posibles correcciones que tengan que sufrir nuestros prototipos al ser sometidos a las pruebas correspondientes.

4.4.1. Elección de materiales

La elección de materiales para la construcción de la estructura del caballete, la mesa auxiliar y el asiento de apoyo parten de las ideas bocetadas en papel, que mas tarde son reforzadas en las visitas realizadas a los diferentes almacenes de perfiles metálicos localizados en las inmediaciones del centro de la ciudad de Oaxaca.

Los materiales fueron elegidos de acuerdo a sus propiedades físicas y aplicaciones posibles dentro de la construcción del prototipo. La relación de material utilizado y su aplicación se muestra en la TABLA 27, 28 y 29.

TABLA 27. Listado de material elegido para la construcción de los Caballetes Articulados.

Material	Aplicación
Perfil Tubular de 2" x 2" con un espesor de pared de 2 mm.	Estructura principal
Ángulo de acero laminado en caliente, de lados iguales 3" x ¼"	Brazo de soporte del caballete
Solera de molino de 3/16" x 2"	Fabricación de las articulaciones y base de la chumacera
Placa de acero calibre 5 de 5.3 mm de espesor	Fabricación de la placa de freno
Barra hueca de Acero de 1" de diámetro interior y 1.5 mm de espesor.	Fabricación de cerrojo de freno
Cold Roll de 1" de diámetro	Fabricación de cerrojo de freno
solera de molino de 1/8" x 1"	Fabricación del mango del cerrojo de freno
Tubular cuadrado de 1" x ½"	Fabricación del mango del cerrojo de freno
Tubo mofle de 1"	Fabricación del mango del cerrojo de freno
Tubo mofle de ½"	Tope del resorte

TABLA 28. Listado de material elegido para la construcción de la Mesa Auxiliar.

Material	Aplicación
Perfil Tubular de 1 ½" x 1 ½" con un espesor de pared de 2 mm.	Estructura principal
Perfil Tubular de 1 ¼" x 1 ¼" con un espesor de pared de 2 mm.	Soporte telescópico, base de la charola
Lamina calibre 20	Perímetro de la charola
Solera de molino de 3/16" x 1 ½"	Fabricación de las articulaciones
Triplay de 9mm	Superficie de la charola
Tubular cuadrado de 1" x ½"	Fabricación del mango del cerrojo de freno

TABLA 29. Listado de material elegido para la construcción del asiento de apoyo.

Material	Aplicación
Perfil Tubular de 1 ½" x 1 ½" con un espesor de pared de 2 mm.	Construcción de la estructura principal
Perfil Tubular de 2" x 2" con un espesor de pared de 2 mm.	Elaboración de partes deslizables
Solera de molino de 3/16" x 1 ½"	Fabricación de las articulaciones
Triplay de 9 mm	Fabricación del asiento y el respaldo
Esponja	Relleno del asiento y el respaldo
Tela de polipropileno	Recubrimiento del asiento y el respaldo

4.4.2. Piezas comerciales y accesorios

El uso de piezas y accesorios comerciales nos permite eliminar la brecha establecida por la complejidad técnica de construir elementos que requieren de mucha precisión o herramienta especializada. En nuestro trabajo se utilizaron básicamente tornillos y tuercas para ensamblar los mobiliarios construidos. Sin embargo se requirió del uso de una pieza comercial para integrar el sistema de de giro de los caballetes articulados .El mecanismo requería el diseño de un eje que debía estar sometido a esfuerzos mecánicos de más de 250 Kg. Después de analizar la complejidad de su construcción se opto por considerar la implementación de la chumacera de pedestal expuesta en la FIGURA 41 y el eje de pedaliar para bicicleta mostrado en la FIGURA 40.



FIGURA 40. Pedalier Shimano Cuadradillo UN54 73-113 BSA.⁵³



FIGURA 41. Chumacera de pedestal IGUBAL.⁵⁴

⁵³ KING BARCELONA S.L. Pedalier Shimano Cuadradillo UN54 73-113 BSA. <<http://www.kingbarcelona.com/es/pedalier-shimano-cuadradillo-un54-73113-bsa-p-1444.html>> [Consulta: marzo de 2012]

⁵⁴ IGUBAL. Chumacera de pedestal <www.igus.com.mx> [Consulta: marzo de 2012]

Para elegir la opción más viable se tomaron en cuenta lo siguientes puntos:

- El eje debe soportar grandes cargas de más de 250 kg.
- Su implementación debe ser práctica y no convertirse en un obstáculo técnico.
- La pieza debe ser fácil de reemplazar en caso de daño
- Su mantenimiento debe realizarse fácilmente.

Analizando estos puntos se descarto el eje de pedalier, que requería demasiados ajustes para su implementación, optando finalmente por la chumacera de pedestal, la cual ha sido diseñada para soportar cargas horizontales, es fácil de implementar o reemplazar y ofrece un diseño que permite corregir desfases de alineación horizontal entre un par de ejes.

A continuación se presenta la TABLA 30, 31 y 32 que contienen la lista de piezas comerciales y accesorios utilizados en el armado de los caballetes articulados, la mesa auxiliar y el asiento de apoyo.

TABLA 30. Piezas comerciales y accesorios seleccionados para el armado de los Caballetes Articulados.

Material	Aplicación
Chumacera de pedestal de 1"	Base del eje de rotación de los brazos de soporte
Tornillo rosca estándar de 3 1/2" X 5/8"	Eje de las articulaciones de la estructura
Tornillo rosca estándar de 1 1/2" X 1/2"	Perno de sujeción de la chumacera a la estructura
Tornillo rosca estándar de 5" X 1/2"	Cerrojo del disco de freno
Tuerca de seguridad rosca estándar de 5/8"	Elementos de afianzamiento de las articulaciones
Tuerca de seguridad rosca estándar de 1/2"	Elementos de afianzamiento de los pernos
Resorte acerado de 1/2" de diámetro interior	Mecanismo para restablecer la posición del cerrojo a su estado inicial.
Ruedas de hierro colado de 2 1/2" de diámetro	Medio de desplazamiento y puntos de apoyo de la estructura
Prensa tipo "C" de 3"	Empleada para sujetar la materia prima a los brazos de soporte del caballete.

TABLA 31. Piezas comerciales y accesorios seleccionados para el armado de la Mesa Auxiliar.

Material	Aplicación
Tornillo rosca estándar de 2" x 1/2"	Perno de amarre para el seguro del soporte telescópico
Tornillo rosca estándar de 4" x 1/2"	Manivela del perno de amarre
Tuerca de seguridad rosca estándar de 1/2"	Elementos de afianzamiento de los pernos
Ruedas de hierro colado de 1 1/2" de diámetro	Medio de desplazamiento y puntos de apoyo de la estructura
Ruedas de hierro colado de 1 1/2" de diámetro	Medio de desplazamiento y puntos de apoyo de la estructura

TABLA 32. Piezas comerciales y accesorios seleccionados para el armado de la silla de apoyo

Material	Aplicación
Tornillo rosca estándar de 2" x 1/2"	Eje de las articulaciones de la estructura y Perno de amarre para los elementos móviles.
Tuerca de seguridad rosca estándar de 1/2"	Elementos de afianzamiento de los pernos

4.5. Dimensionamiento

Siguiendo los principios descritos en el capítulo 1 para diseñar un puesto de trabajo ergonómico se realizó la recolección de los datos correspondientes a las dimensiones antropométricas de la población de usuarios, las dimensiones de las estructuras elaboradas en el taller, la herramienta y el equipo utilizados por los soldadores.

A continuación se presenta el listado de las dimensiones requeridas y su aplicación en el diseño del puesto de trabajo.

4.5.1. Dimensiones antropométricas

Con la intención de realizar mobiliario adecuado a los trabajadores de la balconería de las distintas localidades de la República Mexicana, se tomó la decisión de utilizar las dimensiones antropométricas de los trabajadores industriales de 18 a 65 años de edad de la zona metropolitana de Guadalajara obtenidas del libro Dimensiones antropométricas:

Población Latinoamericana⁵⁵, debido a la complejidad para recabar una muestra representativa de los trabajadores dedicados al oficio de la balconería en el país.

Las medidas antropométricas específicas requeridas para el dimensionamiento de los elementos que integran el puesto de trabajo del área de armado/soldado se presentan a través de las TABLAS 33, 34 y 35.

TABLA 33. Dimensiones antropométricas requeridas para el diseño de los caballetes Articulados.

Elemento	Dato Antropométrico	Criterio empleado para determinar la dimensión correcta	Dimensión correcta (cm.)	Rango aceptable de variación (cm.)
Altura del plano de trabajo	08. Altura de codo	Percentil 5 (90.6 cm) Altura mínima del plano de trabajo Se ajusta al personal de menor estatura en el taller. La dimensión correcta se obtiene al: Reducir 5 cm del espesor del material Reducir 5 cm recomendados por Konz (2000, pág. 295) para trabajar cómodamente Aumentar 2 cm de la suela del calzado * Se considera una altura máxima de 120 (Alto necesario para elaborar una estructura de 2 m de ancho)	85.1	85 - 120
Alcance máximo dentro del área normal de trabajo	18. Alcance frontal máximo del brazo	Percentil 50 (64.8 cm) Esta medida permite establecer el alcance máximo horizontal y vertical para establecer los ángulos de inclinación de la superficie de trabajo que ayudan a evitar que el usuario se encorve.	64.8	60 - 65

⁵⁵ ÁVILA, Chaurand R. et. Al. Dimensiones antropométricas: Población Latinoamericana. 2ª Ed. México: Universidad de Guadalajara, 2001.

TABLA 34. Dimensiones antropométricas requeridas para el diseño de la mesa auxiliar

Elemento	Dato Antropométrico	Criterio empleado para determinar la dimensión correcta	Dimensión correcta (cm.)	Rango aceptable de variación (cm.)
Altura de la charola superior porta-herramientas	08. Altura de codo	Percentil 5 (90.6 cm) Altura mínima de la charola superior de la mesa, esta altura ajusta al personal de menor estatura en el taller. La dimensión correcta se obtiene al: Reducir 5 cm de la altura del perímetro de la charola. Reducir 5 cm recomendados por Konz (2000, pág. 295) para trabajar cómodamente Aumentar 2 cm de la suela del calzado	85.1	109.5 no mas
Altura de la charola inferior porta-herramientas	09. Altura de la muñeca	Percentil 5 (75.7 cm) Altura mínima de la charola inferior de la mesa, esta altura ajusta al personal de menor estatura en el taller. La dimensión correcta se obtiene al: Reducir 5 cm de la altura del perímetro de la charola. Reducir 15 cm considerando colocar herramientas de espesor considerable como pulidoras o taladros manuales. Aumentar 2 cm de la suela del calzado	57.7	58
Alcance máximo dentro del área normal de trabajo Figura 46	18. Alcance frontal máximo del brazo ntal máximo del brazo	Percentil 50 (64.8 cm) Permite establecer las dimensiones laterales máximas de la charola, sin afectar a los trabajadores más bajos.	64.8	60 - 65

TABLA 35. Dimensiones antropométricas requeridas para el diseño de la silla de apoyo

Elemento	Dato Antropométrico	Criterio empleado para determinar la dimensión correcta	Dimensión correcta (cm.)	Rango aceptable de variación (cm.)
Altura del asiento	28. Altura poplítea	Percentil 5 (37.4 cm) La mayoría de los usuarios podrán apoyar los pies sin sentir presión contra la cara interior del muslo. La dimensión correcta se obtiene al agregar 2 cm de la suela del calzado	39.4	37 - 40
Ancho del Asiento	30. Anchura cadera sentado	Percentil 95 (42.3cm) Asegura la holgura en la superficie del asiento para la mayoría de los usuarios. Se puede agregar 5 cm para el apoyo a los bolsillos del pantalón Konz (2000, pág. 305).	42	42 – 47
Profundidad del asiento	32. Longitud nalga - poplíteo	Percentil 5 (43.2 cm) La mayoría de los individuos podrán alcanzar el respaldo y apoyarse cómodamente en él.	43.2	40 - 43
Ancho del Respaldo	No se cuenta con el ancho del tórax en sustitución se han tomado: 29. Anchura codos – 41. Ancho de la palma de las manos	Percentil 95 (62.0 cm y 10.3 cm) Asegura la holgura en el ancho del respaldo para la mayoría de los usuarios. Se reduce 20.6 cm considerando el ancho de la palma de las manos para considerar que el respaldo no obstruya el movimiento de los brazos.	41.4	40 - 42
Altura del Respaldo	23. Altura al hombro sentado	Percentil 5 (53.5) Establece la altura máxima del respaldo evitando que se ubique por arriba de los hombros del usuario.	53.5	50 - 55
Ubicación del Respaldo	26. Altura máxima del muslo	Percentil 50 (15.0 cm) Estable la altura a partir de la cual puede ubicarse el apoyo a la zona lumbar.	15.0	15 - 18

4.5.2. Dimensiones de herramienta, equipo y trabajos elaborados en el taller.

Las medidas físicas de la herramienta y del equipo de trabajo empleadas por el soldador nos proporcionaron la información necesaria para dimensionar la superficie de las charolas y las longitudes de los elementos que constituyen la estructura de la mesa. En el caso del caballete la longitud de los brazos de soporte se vinculo a su radio de giro, por lo cual fue necesario determinar el ancho máximo de las estructuras que debían ser contempladas en el diseño del prototipo.

El concentrado de las dimensiones de los objetos que determinan las dimensiones del mobiliario se muestra en la TABLAS 36 y 37.

Finalmente al establecerse las dimensiones requeridas para el desarrollo del mobiliario, se dio inicio a la elaboración de los planos constructivos ubicados en los ANEXOS 8, 9 y 10 utilizando como herramienta de dibujo el Software Rhinoceros versión 3. Al término de estos se puso en marcha la construcción de cada uno de los prototipos ya señalados.

TABLA 36. Dimensiones de la herramienta, equipo y trabajos, requeridos para el diseño de los caballetes Articulados y la mesa auxiliar de trabajo.

Elemento	Información necesaria	Criterio empleado para determinar la dimensión correcta	Dimensión correcta (cm.)	Rango aceptable de variación (cm.)
Longitud mínima del puente extensible	Alto de las estructuras metálicas realizadas en el taller Ventana 100 a 150 cm Puerta 200 a 250 cm Portón 200 a 300 cm	Se toma el ancho máximo de la ventana, pues con esta longitud se está considerando soportar estructuras de 150 a 300 cm.	150	Ninguno
Longitud del brazo de soporte	Ancho de las estructuras metálicas realizadas en el taller Ventana 50 a 100 cm Puerta 60 a 150 cm Portón 150 a 200 cm	Se toma el ancho máximo de una puerta pues con esta longitud se el brazo de soporte podrá abarcar dar el apoyo suficiente a todas las estructuras de dimensiones mayores y menores	150	Ninguno

TABLA 37. Dimensiones de la herramienta, equipo y trabajos, requeridos para el dimensionamiento de las charolas de la mesa auxiliar de trabajo.

Elemento	Dimensiones de la Herramienta utilizada (cm)	Criterio empleado para determinar la dimensión correcta	Dimensión correcta (cm.)	Rango aceptable de variación (cm.)
Ancho de la charola porta herramientas	<p>Pulidora: 40 a 60 largo x 20 a 30 de ancho x 15 a 20 cm de alto</p> <p>Caladora: 30 a 40 largo x 10 a 15 de ancho x 20 a 25 cm de alto</p> <p>Careta: 20 a 25 ancho x 10 a 20 de profundidad x 30 a 35 cm de alto</p> <p>Cinzel: 10 a 35 largo y diámetros de 1.27 a 3.8</p> <p>Desarmadores: 10 a 35 largo y diámetros del mango de 1.27 a 3.8</p> <p>Escuadra: 12.7 a 25.4 largo x 10 a 15 de ancho x 0.5 de espesor</p> <p>Flexometro: 6 a 8 cm por lado o diámetro por 3 a 4 cm de espesor</p> <p>Martillo: 25 a 30 cm de largo x 8 a 10 de ancho x 4 a 6 cm de espesor</p> <p>Pinzas de presión: 15 a 20 cm de largo x 6 a 8 cm de ancho x 3 a 4 cm de espesor</p> <p>Prensas: 12cm de alto x 10 cm de ancho x 1 cm de espesor</p> <p>Taladro: 20 a 30 cm de largo x 15 a 20 cm de ancho x 9 a 13 de alto</p>	<p>Observando las tareas desarrolladas por los trabajadores se determino que para realizar cada sub-fase de trabajo no siempre se utiliza la misma herramienta de manera que para determinar las dimensiones de la charola se ha decidido tomar como referencia la herramienta utilizada en la sub-fase de soldado en la cual se utilizan:</p> <p>Carteta 1 pza. Cinzel 1 pza. Escuadra 1 pza. Flexometro 1 pza. Martillo 1 pza. Pinzas de presión 1 pza. Prensas 4 pza.</p> <p>Llegando a determinarse por medio del layout de la figura 54 que la medida mínima puede ser de 60 cm.</p>	60	60 o mayor
Separación mínima entre charolas	Altura de los anteriores	<p>De acuerdo a las dimensiones de las herramientas se ha tomado como referencia a el alto máximo de la pulidora por ser la herramienta de mayores proporciones, agregando además una holgura de 5 cm en el alto, para facilitar la toma de la herramienta de la charola inferior.</p> <p>Se toma una longitud de 2/3 partes del largo del electrodo para evitar la caída de ellos.</p>	25	Más de 25 no menos
Porta electrodos	Electrodos E60 13 36 de largo x 3 cm de diámetro equivalentes a 1 kg	<p>Se considera un contenedor de 4.5 cm por lado considerando una capacidad máxima de 1.5 kg de soldadura.</p> <p>Sin embargo se tomara la medida del perfil cuadrado más cercano a estas dimensiones.</p>	24	24 a 25

4.6. Construcción de prototipos

Con la finalidad de evaluar el desempeño del mobiliario propuesto en el área de armado/soldado, fueron construidos tres prototipos funcionales correspondientes a los caballetes articulados, la mesa auxiliar y un asiento de apoyo. Este último se construyó aplicando la técnica de ingeniería inversa para estudiar los beneficios que ofrece la silla de apoyo Robust⁵⁶, lo que permitió extender sus aplicaciones en el taller de balconería. En la construcción del prototipo del par de caballetes articulados estos se realizaron a una escala menor a la propuesta real, considerando que en caso de requerir mejoras, estas se realizaran en el menor tiempo posible, con lo cual se obtuvo un prototipo que permite trabajar con estructuras de herrería de 1.5 a 3.0 metros de altura.

La construcción de los prototipos se realizó en el taller de balconería "Teotzapotlán" utilizando los materiales y accesorios descritos con anterioridad, así como el equipo y herramienta presentada en la TABLA 38.

⁵⁶ KAISIER + KRAFT. Óp. Cit.

TABLA 38. Listado de equipo y herramienta utilizados en el taller.

Equipo	Uso
Cortadora eléctrica	Corte de material de espesor de más 2 mm
Esmeril de banco	Desbaste de piezas, pulido y acabado de piezas de espesor de menos de 4 mm
Planta Soldadora	Unión de piezas
Pulidora	Desbaste de piezas, pulido y acabado de piezas de espesor de más de 4 mm
Taladro	Corte de material de espesor de más de 3 mm, utilizando un disco de corte.
Torno	Barrenado de piezas Elaboración del disco de freno
Herramienta	Uso
Arco y segueta de corte	Corte de piezas delgadas y curvas.
Brocas	Barrenado de piezas
Flexómetro	Dimensionamiento de la materia prima antes del corte
Llave ajustable	Apriete de tuercas y tornillos, para el ensamble de la estructura
Lima	Acabado y pulido de piezas curvas, en específico las bases de articulaciones y extremos de radiales de la base y soportes de la estructura.
Martillo	Moldeado de piezas, específicamente las tapas curvas de la base y soportes del caballetes.
Pinzas mecánicas	Sujeción del material
Pinzas de presión	Sujeción del material
Punzón	Elaboración de marcar necesarias para la ubicación de los barrenos.
Vernier	Dimensionamiento preciso de la materia prima antes del corte o barrenado

Para la elaboración de las piezas del caballete se utilizaron moldes impresos en papel que posteriormente se pegaron con adhesivo en aerosol sobre la superficie de los materiales utilizados, obteniendo por medio de esta técnica piezas precisas, correspondientes entre sí al momento de su armado. La FIGURA 42 muestra de manera gráfica el proceso de construcción de los prototipos.

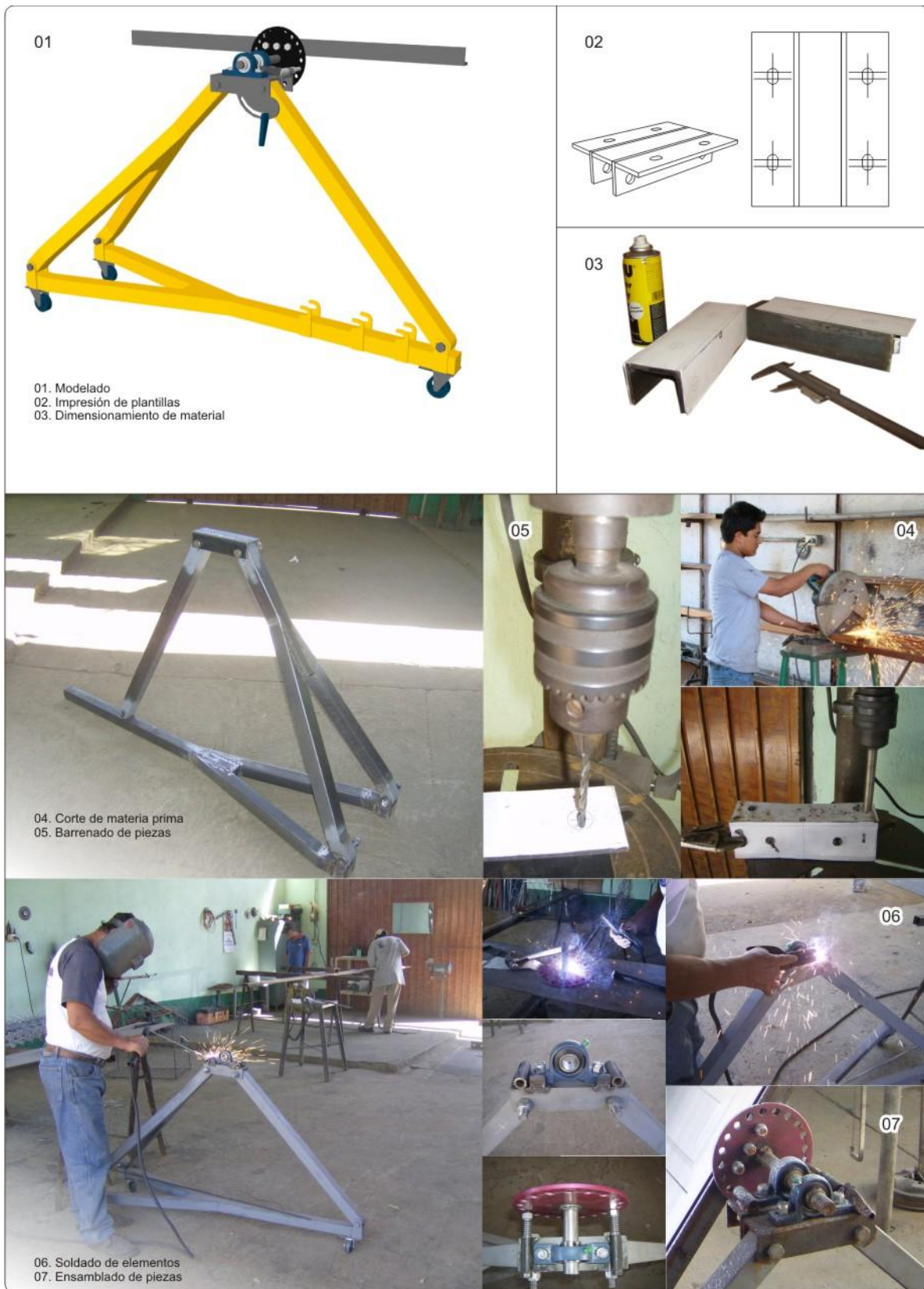


FIGURA 42. Proceso de construcción de los prototipos.

A continuación se describe con detalle la lista de piezas elaboradas para los tres mobiliarios construidos, su función y los cambios y los ajustes de diseño realizados durante su desarrollo.

4.6.1. Sistema de Caballetes Articulados

Este sistema implementado para soportar las estructuras de herrería se ilustra en la FIGURA 43 y consta de múltiples componentes, por lo cual se ha optado en dividir la descripción de los elementos que lo integran en los siguientes módulos:

- a) Estructura principal de carga
- b) Mecanismo de rotación y freno
- c) Sistema de anclaje
- d) Puente extensible



FIGURA 43. Sistema de Caballetes Articulados

a) Estructura Principal de Carga

La estructura principal descrita en la FIGURA 43 está constituida principalmente por cuatro elementos, unidos por articulaciones móviles que le permiten al usuario modificar la altura de la superficie de trabajo de acuerdo a sus necesidades o para adecuarla a las dimensiones del objeto a realizar. Los elementos que la constituyen son:

1. Base de chumacera: esta cumple la función de transmitir la carga de los objetos que se encuentran sostenidos por los brazos de soporte.
2. Soporte lateral Y: Recibe la carga transmitida por la base de chumacera que a su vez la trasmite a la Base Y del caballete.
3. Soporte lateral I: Este elemento cumple las mismas funciones que el soporte Y. La diferencia entre ambos soportes radica en su estructura física y que este ultimo cuenta con una articulación móvil en su extremo inferior.
4. Base Y: esta cumple la función de recibir, soportar y transmitir las cargas recibidas a sus tres puntos de apoyo constituidos por las ruedas de desplazamiento.
5. Base de articulaciones móviles: Estos elementos están soldados en pares de forma seriada en el extremo recto de la base, permitiendo al usuario elegir una articulación para el soporte I, que disminuya o incremente la altura de la superficie de trabajo.
6. Ruedas: Cada base Y utiliza 3 ruedas de hierro colado. Su implementación permite mover de lugar los caballetes junto con el trabajo elaborado, sin ningún problema.

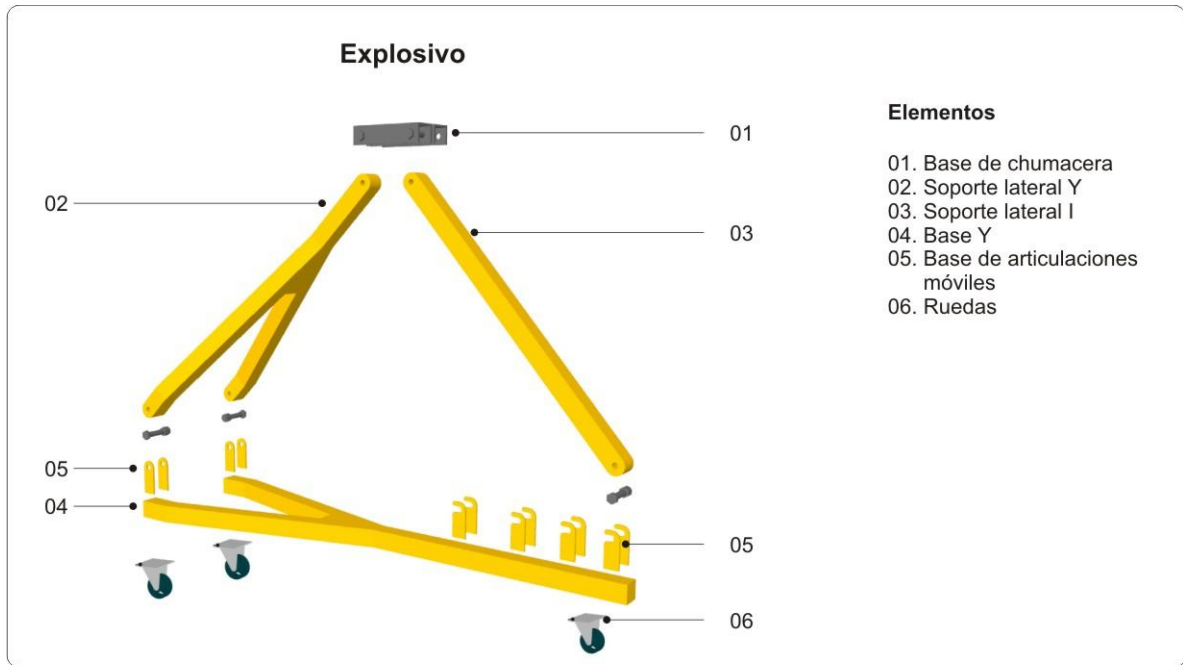


FIGURA 44. Elementos de la Estructura Principal de Carga

b) Mecanismo de Rotación y Freno

Este mecanismo es la parte más compleja del caballete articulado, lo cual se debe al número de partes que lo integran y al detalle con el que deben ser construidas. Los componentes que constituyen el mecanismo de rotación y freno se muestran en la FIGURA 44, la descripción de su funcionamiento es la siguiente:

1. Brazo de soporte: proporciona un área de apoyo para colocar los lados cortos del marco de la estructura que se ha de construir sobre los caballetes. El brazo de soporte está sujeto a los caballetes por medio del disco de freno.
2. Chumacera: Proporciona soporte al eje de giro que se encuentra unido al brazo de soporte, evitando su corrimiento y transmitiendo la carga de los objetos situado sobre los caballetes a la base de la chumacera.

3. Eje de rotación: Su función consiste en dar apoyo al disco de freno, transmitir el peso de los objetos colocados sobre los caballetes a la chumacera y permitir el giro del disco de freno.
4. Disco de freno: este elemento se encuentra unido al eje de rotación, lo cual hace posible fijar el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo por medio de una leva accionada por el usuario que permite introducir un pasador en uno de los múltiples barrenos situados en el perímetro del disco.
5. Pasador: permite o restringe el giro del disco de freno según las necesidades del usuario.
6. Resorte de reposicionamiento: este elemento se encuentra unido al pasador. Normalmente se mantiene comprimido por acción de los elementos que integran el sistema y por un tope colocado en un extremo del pasador, ocasionando que el pasador se encuentre frenando la rotación del eje del caballete. El usuario puede comprimir un poco más el resorte con ayuda de una leva para liberar al disco de freno, al dejar de accionar la leva el relajamiento del resorte coloca el pasador en su posición inicial.
7. Tope del resorte: Impide que el resorte se relaje manteniéndolo comprimido todo el tiempo.
8. Guía de cerrojo: la función del cerrojo es la de guiar al pasador justo a la entrada de los barrenos del eje de freno.
9. Manivela y leva: La leva es el mecanismo que permite al usuario comprimir el resorte del sistema de reposicionamiento, este elemento es parte de la manivela lo cual permite al usuario liberar el disco de frenado con facilidad.

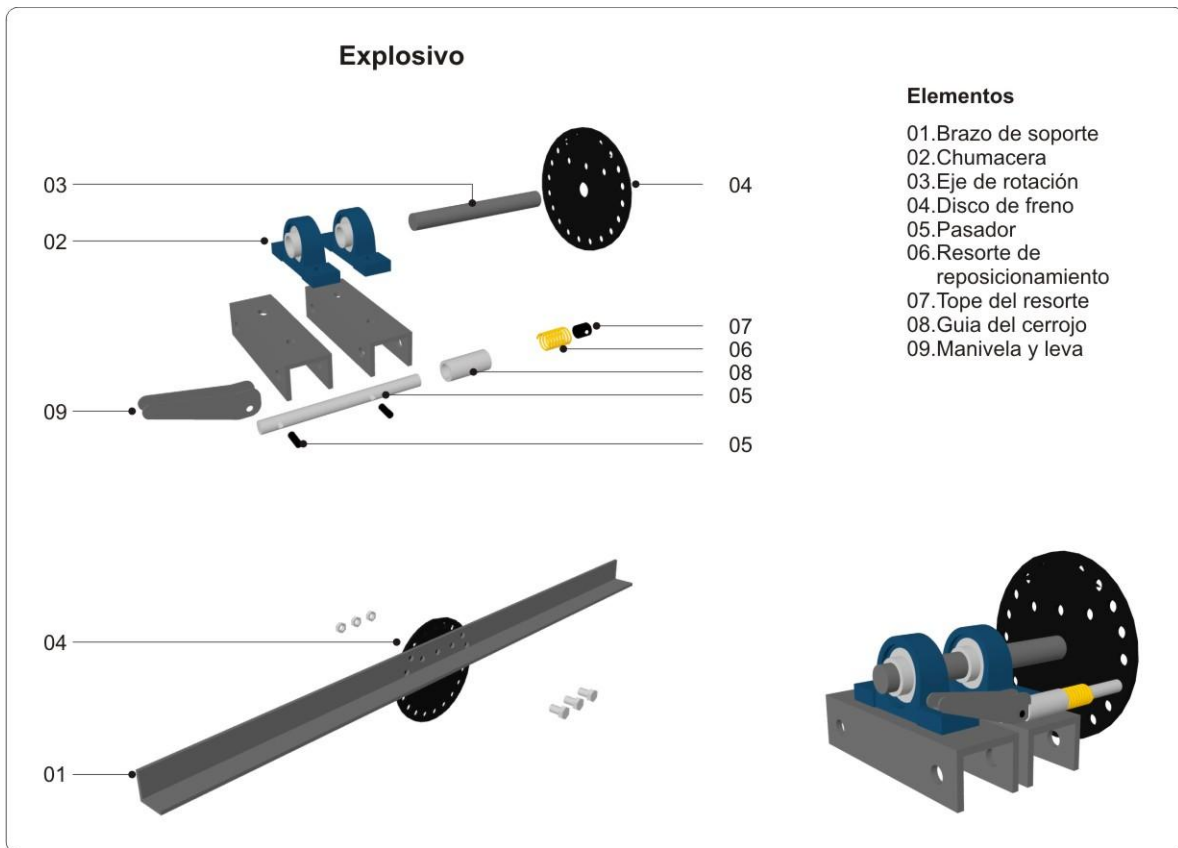


FIGURA 45. Elementos del Mecanismo de Rotación y Freno

c) Sistema de Anclaje

El sistema de anclaje ilustrado en la FIGURA 45 cumple la función de evitar que la estructura principal de carga se deforme a causa del peso de las estructuras de herrería que se elaboran sobre él.

Su funcionamiento consiste en actuar evitar el movimiento en una de las articulaciones del la estructura principal de carga, con lo cual evita la deformación de la forma trapezoidal que este tiene al estar en equilibrio.

La descripción de los tres elementos que componen el sistema es la siguiente:

1. Ancla: Este componente permite fijar el soporte I y Y en sus extremos superiores, con lo cual se restringe el movimiento de todas las articulaciones. El ancla esta unida al soporte I. y se desliza sobre el perno de sujeción ya que consta de una ranura radial en el centro de la misma una vez fijado el ángulo de abertura el usuario puede sujetar al soporte Y por medio de un perno y manivela.
2. Perno de sujeción: Este elemento esta unido al soporte Y, su funcionamiento consiste en sujetar al ancla aprisionándola entre la base Y una tuerca.
3. Manivela y leva: La tuerca usada para aprisionar el ancla está unida a la manivela, lo que permite al usuario fijar al ancla sin necesidad de usar una llave.

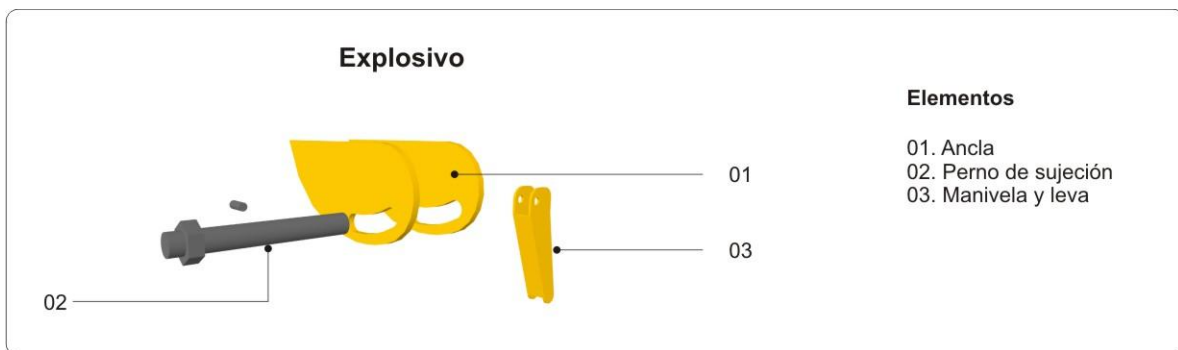


FIGURA 46. Elementos del Sistema de Anclaje

d) Puente extensible

Este mecanismo proporciona estabilidad al conjunto formado por el par de caballetes articulados y la estructura de herrería soportada por estos. La descripción gráfica de sus elementos se realiza en la FIGURA 46, y la función de los elementos que lo integran se describe a continuación:

1. Riel superior: Esta pieza tiene la función de anclar las bases "Y" de los caballetes, impidiendo los efectos causados por el peso del objeto de trabajo. Su estructura

da lugar al deslizamiento con el riel inferior permitiendo al usuario extender o reducir la longitud del puente.

2. Riel inferior: Su función es la misma que el riel superior.
3. Ancla del puente: Este elemento permite sujetar ambos extremos de las bases "Y" de los caballetes, su forma en U invertida está pensada para facilitar al usuario el retiro del puente y guardar los caballetes en caso de requerir espacio en el área de trabajo.
4. Perno de ajuste: Esta pieza permite al usuario fijar la longitud del puente por medio de una perilla roscada que aprieta el ensamble formado por los rieles. Se utiliza un par de pernos en los extremos de cada riel para brindar mayor estabilidad al puente.
5. Manivela y leva: Esta realiza la función de una tuerca. Su forma se adapta al puño del usuario lo que permite realizar su función sin la necesidad de utilizar herramientas.
6. Punto de apoyo: Utiliza una rueda metálica que se une al extremo del riel inferior. Su función consiste en evitar que el puente se flexione hacia abajo mejorando el deslizamiento entre los rieles.

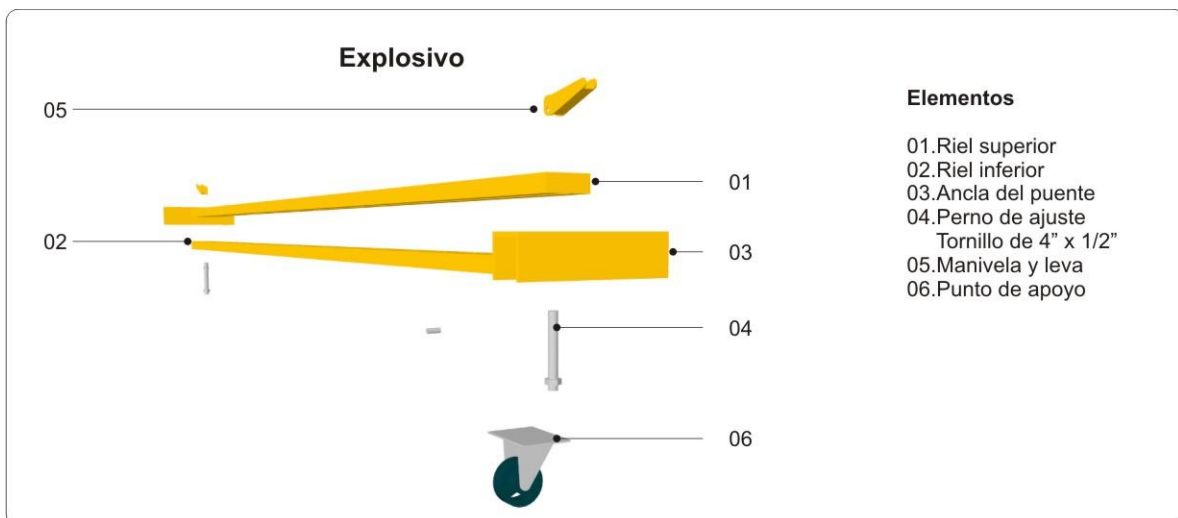


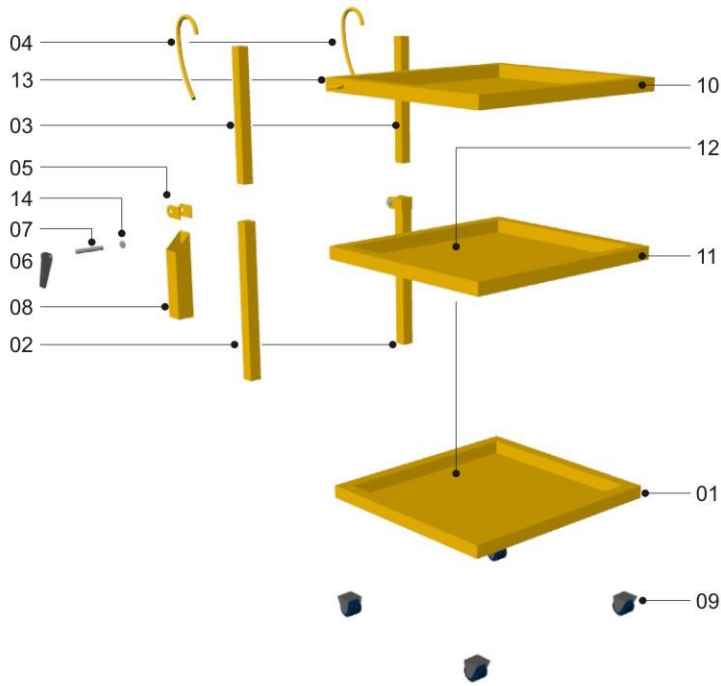
FIGURA 47. Elementos del Puente Extensible

4.6.2. Mesa Auxiliar

La construcción de la mesa auxiliar se efectuó a partir de los planos constructivos presentados en el ANEXO 9. Para el armado de la mesa se realizó la fabricación de 13 piezas mostradas en el explosivo de la FIGURA 48. Los elementos que constituyen la mesa se detallan a continuación:

1. Base/Charola: Proporciona soporte a la herramienta y equipo de trabajo pesado y voluminoso, el perímetro está elaborado a partir de tubular calibre 18 de 1 ½", ya que es parte de la estructura de la mesa.
2. Soportes laterales: Este elemento proporciona el apoyo a las charolas y da alojamiento a las extensiones.
3. Extensión: se compone de una barra metálica que da soporte a la charola superior. Cada barra se encuentra dentro del soporte lateral y es aprisionada por una abrazadera que el usuario puede aflojar para aumentar o disminuir la altura de la charola.
4. Jaladeras: La jaladeras permite al usuario contar con un punto para tomar la mesa y poder cambiarla de lugar.
5. Abrazaderas: Este elemento proporciona el apoyo suficiente al mecanismo de ajuste de altura (manivela y tornillo de ajuste) para aprisionar las extensiones.
6. Manivela y leva: Este elemento realiza la función de una tuerca y es utilizada por el usuario para atornillar la abrazadera sin necesidad de usar una llave.
7. Perno de ajuste: Proporciona un medio para ejercer la presión necesaria sobre la abrazadera, lo que evita el deslizamiento de las extensiones.
8. Contenedor de electrodos: Su función es la de proporcionar un lugar de almacenaje para los electrodos que se usan en el área de trabajo.
9. Ruedas: permiten el reposicionamiento y traslado de toda la estructura.
10. Charola superior: Proporciona soporte a la herramienta y equipo que se utiliza inmediatamente por el trabajador.
11. Charola intermedia: Proporciona soporte a la herramienta y equipo que está siendo utilizado en el momento.
12. Superficie de charola: este se fabrica a partir de una hoja de triplay de 12 mm, lo que ayuda a atenuar el ruido ocasionado por la vibración de la herramienta colocada sobre la mesa cuando esta es transportada de un lugar a otro.
13. Base para el porta-electrodos: Este elemento consiste en un anillo abierto que proporciona un lugar para colocar el cable del porta electrodos.
14. Tuerca de seguridad: Esta tuerca evita que la vibración desarticule los elementos atornillados.

Mesa Auxiliar



Elementos

1. Base / charola
2. Soportes laterales
3. Extensiones
4. Jaladeras
5. Abrazadera
6. Manivela / leva
7. Perno de sujeción
Tornillo de 4" x 1/2"
8. Contenedor de electrodos
9. Ruedecillas
10. Charola Superior
11. Charola Intermedia
12. Superficie de charola
13. Base para el porta-electrodos
14. Tuerca de Seguridad de 1/2"

Explosivo



Perpectiva

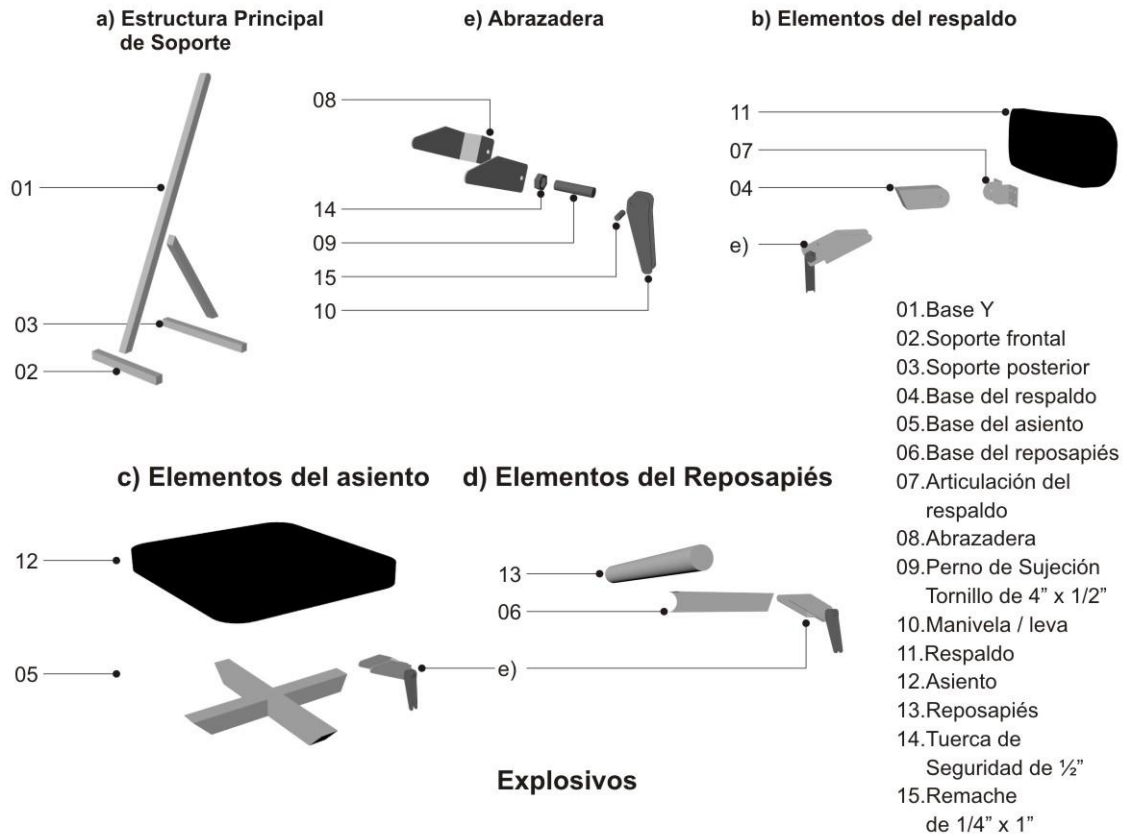
FIGURA 48. Mesa Auxiliar de trabajo

4.6.3. Silla de apoyo

La silla de apoyo se construyo en base a los planos constructivos del ANEXO 10, en los cuales se toman como base para su trazado las dimensiones antropométricas descritas en la Tabla 33. Los elementos construidos para su armado se muestran en la FIGURA 49 y la descripción de cada uno de ellos se expone a continuación.

1. Base Y: Parte de la estructura que provee de soporte al respaldo y al asiento de la silla. Ambos elementos se anclan al soporte por medio de abrazaderas lo que permite al usuario ajustar sus alturas de acuerdo a sus necesidades de comodidad.
2. Soporte frontal: Su función es la de dar estabilidad a la silla para mantenerse de pie.
3. Soporte lateral: Su función es la de dar estabilidad a la silla para mantenerse de pie.
4. Base del respaldo: Su función es la de dar apoyo al respaldo.
5. Base del asiento: Este elemento proporciona soporte y un medio de sujeción al asiento.
6. Base del reposapiés: Su función es la de dar apoyo y rigidez al reposapiés.
7. Articulación del respaldo: este elemento permite el movimiento de rotación del respaldo para que este se acomode al ángulo de inclinación de la espalda del usuario.
8. Abrazadera: Este elemento permite fijar la altura del respaldo, el asiento y el reposapiés, este dispositivo cuenta con un perno de ajuste con manivela, que permite al usuario cerrar o abrir el mecanismo para deslizarla y cambiar de posición cada uno de los elementos que sujeta.
9. Perno de sujeción: Proporciona un medio para ejercer la presión necesaria sobre la abrazadera, lo que evita su deslizamiento.
10. Manivela y leva: Este elemento realiza la función de una tuerca y es utilizada por el usuario para atornillar la abrazadera sin necesidad de usar una llave.
11. Respaldo: proporciona apoyo al área lumbar del usuario.
12. Asiento: superficie que proporciona área al usuario para sentarse.
13. Reposapiés: Esta barra metálica brinda apoyo a las extremidades superiores.

Asiento de Apoyo



Perpectiva

FIGURA 49. Silla de apoyo

Conclusiones de capítulo

A partir de las acciones llevadas a cabo durante las fases de investigación de mercado, conceptualización del mobiliario y construcción de los prototipos, se pudo establecer que:

La información obtenida durante la fase de recopilación de datos sentó las bases para establecer las necesidades del área de armado/soldado y las características requeridas por los usuarios .

Conjuntamente se determinó que en el mercado no existe el mobiliario que se ajuste perfectamente a los requerimientos especificados para satisfacer las necesidades del proceso de armado/soldado. Sin embargo numerosas, de las cualidades positivas contenidas en cada uno de los productos hallados fueron de gran utilidad para enriquecer los conceptos de diseño creados.

Así mismo se logró comprobar los beneficios de la implementación de piezas prefabricadas, pues su integración en el diseño del caballete articulado resolvió el problema de planear y construir su eje de rotación, lo cual se reflejó en el tiempo de construcción del prototipo.

Finalmente se precisa que a pesar de prever varios de los mecanismos que permitieran un correcto funcionamiento del mobiliario, las pruebas realizadas durante y después del armado del mobiliario, exhibieron la necesidad de realizar ajustes al sistema de caballetes articulados, para garantizaran el buen funcionamiento de estos.



Capítulo V. Evaluación y Ajustes de Diseño

Introducción

En este capítulo se desarrollan las actividades realizadas para evaluar el funcionamiento del mobiliario construido para el área de armado/soldado, así como los ajustes realizados a estos para mejorar su funcionamiento.

La calificación del mobiliario se basó en la capacidad de los mecanismos para ayudar a reducir los riesgos laborales hallados durante la fase de estudio de campo realizado en el área de armado/soldado de los talleres de balconería.

El examen realizado al mobiliario incluye específicamente los resultados del método RULA. Para determinar el grado de mejora se realiza la comparación del análisis postural realizado antes y después de utilizar el mobiliario creado para el área de armado/soldado.

Finalmente, a partir de las experiencias adquiridas se realizan una serie de recomendaciones surgidas a partir de las observaciones y el análisis de tareas, dirigidas a los trabajadores para obtener mayores beneficios de del mobiliario.

5. Evaluación

Como medida para asegurar el buen funcionamiento del mobiliario propuesto, se efectuó la evaluación del desempeño de los prototipos, llevándose a cabo en el taller de balconería Teotzapotlán, lugar en el cual fueron construidos los modelos.

Una vez establecidas las condiciones para comenzar a utilizar los prototipos se proporciono una breve instrucción al personal del taller acerca de las funciones básicas de los caballetes articulados, la mesa auxiliar y el asiento de apoyo. Más tarde se determino conveniente establecer un lapso de prueba de dos meses previo a la evaluación, para que los trabajadores se familiarizaran con el mobiliario de trabajo y se realizaran los ajustes necesarios a los prototipos.

5.1. Criterios de evaluación

Antes de examinar el desempeño de cada uno de los prototipos fue necesario determinar los criterios adecuados para establecer el nivel de funcionalidad de cada uno de ellos. Con esta finalidad se retomaron los datos de la TABLA 10 presentada en el capítulo 2, la cual contiene los riesgos laborales detectados en el área de armado/soldado vinculados a la falta generalizada de mobiliario.

A partir de esta información se realizo la división de los requerimientos necesarios que cada prototipo debía cumplir, quedando expresados de la forma siguiente:

Caballetes Articulados

El caballete debe evitar que los trabajadores del taller adopten posturas forzadas e incómodas, al realizar las actividades correspondientes a las sub-fases de armado/punteado, soldado y pulido, concretamente a las posturas mostradas en el registro fotográfico del ANEXO 4, que cuentan con una categoría de riesgo de nivel 2 a 4.

Sumado a estos requerimientos importantes se incluye la capacidad del mobiliario para reducir el uso de la fuerza física de un rango elevado/excesivo a un nivel aceptable en la sub-fase de giro y cambio de posición.

Mesa Auxiliar

Los requerimientos de este mobiliario son muy básicos, pues dentro de las necesidades detectadas se estableció que este mobiliario debe mantener el equipo de trabajo cerca del balconero, evitar la caída de los objetos cilíndricos de las charolas de la mesa, facilitar la colocación del instrumental de trabajo y no constituirse como un obstáculo a la circulación del propio trabajador.

Silla de apoyo

Dentro de las exigencias del puesto de trabajo, solo se estableció la necesidad de dotar a los trabajadores de un asiento para tomar descansos periódicos, por lo cual los criterios de evaluación de la silla de apoyo se han complementado con los requerimientos de funcionalidad establecidos en el apartado de Sillas y Asientos de Trabajo del capítulo 3, así como las capacidades adaptativas de la estructura que permitan al usuario ajustar la altura del asiento, el respaldo y el reposapiés con la finalidad de brindarles la comodidad al realizar sus tareas.

Una vez establecidos los requerimientos de funcionalidad de cada uno de los prototipos se dio inicio a la observación del trabajo realizado en el taller para su valoración.

5.2. Observación y registro de datos

Antes de comenzar el trabajo de análisis en los talleres se realizaron visitas cortas de aproximadamente 1 hora en el transcurso de la fase de prueba, en las cuales se observaron las actividades realizadas por los trabajadores, y se conversó con ellos para informarnos sobre el funcionamiento de los prototipos del mobiliario, conocer si habían ocurrido percances o si alguno de los prototipos necesitaba modificaciones.

Posteriormente al finalizar el periodo de prueba se inició el examen de las actividades de trabajo. El estudio de los prototipos se hizo por medio de un registro video-fotográfico similar al realizado durante la fase del estudio de campo, del cual fueron extraídas capturas de pantalla para facilitar el análisis.

En el transcurso de la fase de prueba se acreditó el cumplimiento de los requerimientos establecidos para el mobiliario, no obstante se observó que el asiento propuesto para el área solo se utilizó al término de la fase de armado/soldado y no durante su desarrollo, debido a dos aspectos, el primero fue el flujo de trabajo continuo y el segundo el hábito arraigado a trabajar de pie. Además se logró comprobar los beneficios que aporta el mobiliario al implementarse en las sub-fases de pintura y acabados e instalación de accesorios, en las cuales se simplifican las tareas. Parte de lo observado se presenta en las FIGURAS 50, 51 y 52.



FIGURA 50. Desarrollo de la fase de armado/soldado utilizando los Cabaltes A.



- 01. Limpieza de la estructura
- 02. Aplicación de pintura
- 03. Giro de la estructura

FIGURA 51. Desarrollo de la Sub-fase de Pintura y acabados utilizando los Caballetes A.



FIGURA 52. Instalación de una chapa a una puerta utilizando los caballetes articulados y la silla de trabajo.

Con el propósito de determinar el nivel de mejora al área de armado/soldado fue necesario comparar las tareas de mayor carga postural antes y después de utilizar los prototipos. Para determinar con exactitud las posturas a estudiar en el nuevo video-registro se realizó la selección y estudio de los fotogramas del Anexo 4 pertenecientes a la primera evaluación. De las cuales se identificaron las condiciones específicas que obligan al trabajador a adoptar posturas forzadas, y con estas reevaluar las tareas utilizando el mobiliario.

De la revisión de los fotogramas G2-01 a G2-16 de la sub-fase de Giro, S-01 a S-14 de la sub-fase de armado/soldado y E-01 a E-015 de la sub-fase de pulido se ha concluido que las condiciones que obligan al trabajador a adoptar posturas incómodas son:

- 1) Realizar las tareas fuera del área normal de trabajo: lo que obliga al balconero a extender el brazo y/o doblar la espalda para alcanzar el área de interés.
- 2) Soldar o pulir en el perímetro interior del marco de la estructura: esta situación le exige trabajar con los brazos y las muñecas flexionadas hacia adentro.
- 3) Soldar o pulir piezas comprendidas en el área normal de trabajo que formen ángulos interiores ocultos a la vista del soldador: esta situación exige las mismas posturas mencionadas en el punto 2.
- 4) Trabajar en los cantos de la estructura: demanda al balconero a trabajar de cuclillas.
- 5) Mover, girar o bajar la estructura: son tareas que exigen al trabajador el uso elevado de la fuerza muscular y realizar posturas incómodas en todos los miembros del cuerpo.

A partir de estas cinco condicionantes se establecieron un total de 22 fotogramas que se muestran en el Catálogo B del ANEXO 6, de las cuales ocho corresponden a la sub-fase de soldado, ocho a la sub-fase de pulido y seis a la sub-fase de giro.

Auxiliados por el Catálogo B se realizó la evaluación de las tres sub-fases que comprenden la fase de Armado/soldado. El proceso se realizó de forma rápida ya que las imágenes permitieron estudiar el video y asignar a cada postura observada un código de fotograma que posibilitara su identificación al hacer la valoración de cada una de ellas por los métodos OWAS y RULA.

5.3. Resultados

El análisis postural de los fotogramas del Catalogo B, se realizó de forma similar al presentado en el capítulo 2, los datos arrojados por los métodos OWAS y RULA se reúnen en el ANEXO 7, en el cual concentran las puntuaciones asignadas por ambos métodos a los diferentes miembros del cuerpo, así como el nivel de riesgo final establecido para cada fotograma.

La TABLAS 39, 40 y 41 contienen los resultados de las evaluaciones posturales realizadas por el método RULA a la fase de armado/soldado. Este análisis rápido se realizó a partir de la identificación de posturas clave comprendidas en de la sub-fases de soldado, pulido y de giro.

TABLA 39. Diferencia entre los niveles de actuación de las posturas antes y después de utilizar los prototipos en la ejecución de la sub-fase de soldado

a) Fotogramas similares con acciones similares					
Catalogo A Fotograma	Niveles de Actuación		Catalogo B Fotograma	Niveles de Actuación	
	OWAS	RULA		OWAS	RULA
S-01	2	4	S-03	1	2
S-02	4	4	S-04	1	2
S-03	3	4			
S-11	2	3			
b) Fotogramas similares con acciones similares					
S-05	2	4	S-01	1	2
S-14	2	2	S-02	1	2
c) Fotogramas similares con acciones similares					
S-04	4	4	S-05	1	2
S-06	2	4	S-06	1	2
S-07	3	4			
S-09	2	3			
d) Fotogramas similares con acciones similares					
S-08	2	4	S-07	1	2
			S-08	1	2

TABLA 40. Diferencia entre los niveles de actuación de las posturas antes y después de utilizar los prototipos en la ejecución de la sub-fase de pulido.

a) Fotogramas similares con acciones similares					
Catalogo A Fotograma	Niveles de Actuación		Catalogo B Fotograma	Niveles de Actuación	
	OWAS	RULA		OWAS	RULA
E-01	2	4	E-03	1	2
E-02	2	4	E-04	1	2
b) Fotogramas similares con acciones similares					
E-03	3	4	E-01	1	2
E-05	1	4	E-02	1	2
E-09	2	4			
E-14	2	3			
E-15	1	3			
c) Fotogramas similares con acciones similares					
E-07	2	4	E-05	1	2
E-13	2	3	E-06	1	2
d) Fotogramas similares con acciones similares					
E-04	2	4	E-07	1	2
E-08	2	4	E-08	1	2
E-16	1	3			

TABLA 41. Diferencia entre los niveles de actuación de las posturas antes y después de utilizar los prototipos en la ejecución de la sub-fase de giro

Fotogramas similares con acciones similares					
Catalogo A Fotograma	Niveles de Actuación		Catalogo B Fotograma	Niveles de Actuación	
	OWAS	RULA		OWAS	RULA
G-01	1	4	G-01	1	2
G-02	1	4	G-02	1	2
G-03	1	4	G-03	1	2
G-04	1	4	G-04	1	2
G-05	1	4	G-05	1	2
G-06	1	4	G-06	1	2
G-07	2	4			
G-08	3	4			

Como complemento a la información presentada se anexa la información de la TABLA 39 que contiene el resumen de los porcentajes de daño causados al realizar el proceso de armado/soldado, en esta tabla se compara la reducción en los niveles de riesgos obtenidos durante la evaluación por el método RULA a cada uno de los miembros del cuerpo.

TABLA 42. Porcentaje de daño a los diferentes miembros del cuerpo

Miembro	Sub-fase de soldado		Sub-fase de pulido		Sub-fase de giro	
	Catalogo A	Catalogo B	Catalogo A	Catalogo B	Catalogo A	Catalogo B
Muñeca	51%	0%	45%	0%	94%	0%
Giro extremo de la muñeca	6%	0%	45%	0%	19%	0%
Cuello	56%	31%	43%	0%	51%	0%
Tronco	60%	31%	53%	0%	26%	0%
Antebrazo	17%	0%	26%	0%	38%	0%
Brazos	37%	67%	55%	19%	75%	0%

De acuerdo a los datos presentados en la TABLAS 36, 37 Y 38 se puede observar la reducción del número de posturas adoptadas por los oficiales, lo cual demuestra la simplificación de las tareas realizadas. A su vez este suceso coincide con el hecho de que los balconeros adopten posturas incómodas al utilizar caballetes que mantienen la posición fija de los objetos al estar laborando, a diferencia de las actividades que se realizan utilizando los caballetes articulados, pues el sistema les permite reacomodar e inclinar la estructura de acuerdo a sus necesidades, evitando con ello posturas incómodas, levantar demasiado los brazos o encorvarse para alcanzar objetos fuera del área normal de trabajo.

En la TABLA 39, se aprecia la disminución considerable de daño en los miembros afectados por posiciones de trabajo incorrectas, los cuales han pasado de niveles altos o excesivos a niveles normales o aceptables.

Entre los datos correspondientes a la sub-fase de soldado se muestra un porcentaje de posturas incómodas para el cuello, el tronco y los brazos que el método RULA visualiza como extremidades con un nivel de riesgo considerable. Sin embargo no son situaciones de atención debido a que durante la sub-fase de soldado es normal que el trabajador flexione modernamente el cuello y el tronco para mirar hacia abajo, en

ángulos no mayores de los 20° con respecto al eje del tronco, o que el extienda los brazos para soldar objetos ubicados en el área de su alcance máximo, ya que el caballete articulado ajusta la inclinación de la superficie de trabajo, con lo que se reducen las posturas de trabajo complejas.

Al igual que en la sub-fase de soldado, existe un beneficio en la sub-fase de Pulido en la cual se eliminan las posturas incómodas en el cuello, el tronco y las extremidades superiores, a excepción de los brazos en los cuales se ha reducido el porcentaje de niveles de riesgo. Esto es importante pues en el desarrollo de esta actividad es necesario que el trabajador levante la pulidora de más de 4 kg de peso, durante varios periodos que van de 5 a 15 minutos y soporte las vibraciones mecánicas de la herramienta.

Finalmente se muestra el beneficio total en la sub-fase de giro donde se evita por completo realizar esfuerzos de niveles riesgosos en todos los miembros del cuerpo.

5.4. Ajustes de diseño

A partir de las observaciones realizadas durante la fase de prueba se determinó el buen desempeño de la mesa auxiliar y el asiento de apoyo, cumpliendo satisfactoriamente con los parámetros y requerimientos establecidos en la TABLA 16 del capítulo 3. Sin embargo Durante el transcurso de construcción de cada uno de los cuatro módulos que constituyen el prototipo del sistema de caballetes articulados, se realizaron diversas pruebas para asegurar el buen funcionamiento de los mecanismos construidos, de las cuales se surgieron las siguientes modificaciones a la propuesta inicial.

- 1) Rediseño del sistema del Mecanismo de rotación y frenado
- 2) Implementación del puente extensible
- 3) Anexión del sistema de anclaje
- 4) Anexión de bloqueo en ruedas
- 5) Rediseño de la estructura principal de carga

A continuación se describen de manera detallada las causas que motivaron a incluir estos mecanismos

Rediseño del sistema del Mecanismo de rotación y frenado

Los elementos que integran este mecanismo son básicamente los mismos que se plantearon en los bocetos finales, sin embargo fueron requeridos diversos reordenamientos en su ensamble para mejorar su funcionamiento.

Inicialmente se considero utilizar solo una chumacera por mecanismo, sin embargo al probar el caballete, se observó que el balero de la chumacera se salía de su base a causa del peso excesivo de la estructura.

La solución adoptada se muestra en la FIGURA 53, en la cual se observa la implementación de un par de chumaceras con sus respectivas bases y el incremento de la longitud el eje de rotación, para evitar este inconveniente.

Otro de los cambio efectúo en el mecanismo de freno, el cual se diseño y construyo utilizando un par de pasadores para bloquear al eje de rotación, sin embargo durante las pruebas realizadas a este mecanismo se dieron una serie de dificultades funcionales que obligaron a repensar su implementación. La conclusión final a la cual se llevo después de estudiar el problema fue utilizar un solo pasador lo cual resulto ser una

solución factible y práctica, que dio excelentes resultados. Los cambios realizados se observan en la FIGURA 53.



FIGURA 53. Cambios realizados al sistema de rotación y freno

Implementación del puente extensible

En el transcurso de la primera semana de la fase de prueba se estableció la necesidad de dotar al conjunto de caballetes articulados de un puente extensible que ayudara a mantener estable a la estructura. El puente se realizó e instaló algunos días más tarde, pues su implementación resulto necesaria para la evaluación.

Este mecanismo se considero en los bocetos de la propuesta A / mesa de trabajo extensible, desechada por considerarse poco funcional. En esta propuesta el puente extensible fue concebido como un mecanismo que permitiera modificar la longitud de la mesa de trabajo. Sin embargo en las pruebas realizadas se observo que los caballetes tienden a levantarse parcialmente en uno de sus extremos al colocar objetos pesados en ellos. A partir de esta experiencia se realizo el diseño, construcción e implementación de un puente extensible mostrado en la FIGURA 54.



FIGURA 54. Implementación del Puente Extensible

Diseño del sistema de anclaje

Este sistema no fue concebido en el concepto original del proyecto y surgió como una necesidad. Después de armar la estructura principal del caballete se verificó que esta funcionara tal y como se había previsto, sin embargo se notó que la aplicación de una fuerza distribuida asimétricamente, rompía el equilibrio de la estructura y ocasionaba que el caballete se deformara. A consecuencia de este suceso se implementó el sistema de anclaje ilustrado en la FIGURA 55, que permitió fijar el movimiento de las articulaciones que hasta el momento se encontraban libres.

Este sistema al contrario del anterior no fue construido pues el caballete pudo seguir operando al fijar el giro de las articulaciones apretando las tuercas de los pernos.

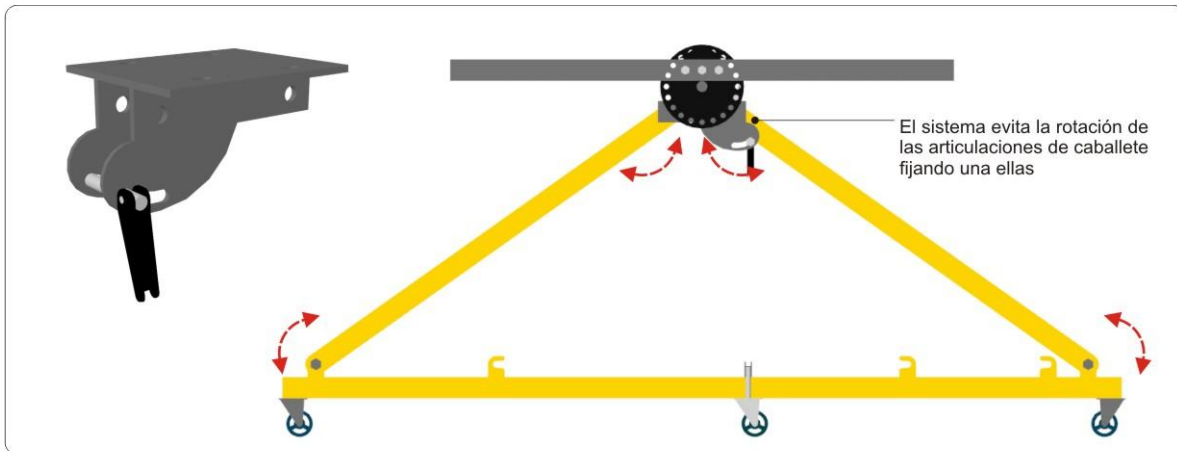


FIGURA 55. Sistema de Anclaje

Anexión de bloqueo en ruedas

Se observó que es necesario dotar al sistema de caballetes articulados de un conjunto de ruedas que integren un sistema para bloquear su movimiento, similar a las utilizadas en las camas de hospital y que se muestran en la FIGURA 56. Este requerimiento se hace necesario, para evitar el deslizamiento de los caballetes cuando se está trabajando sobre ellos y así evitar accidentes.

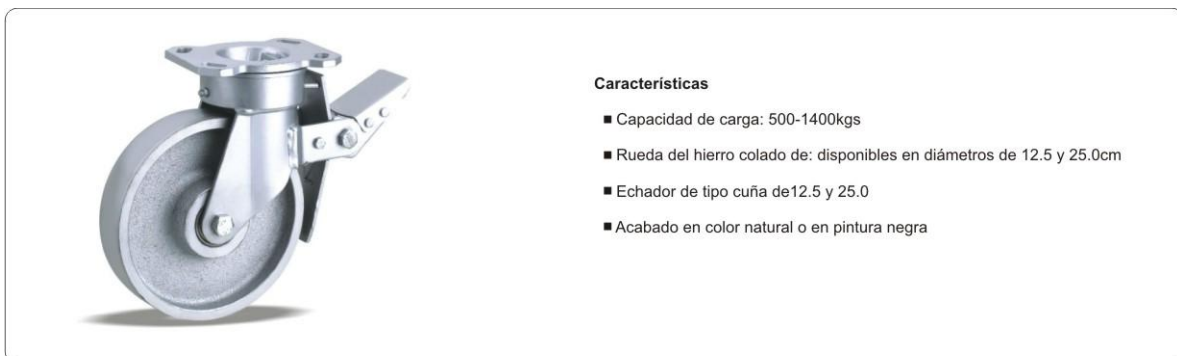


FIGURA 56. Rodaja de hierro colado con echador fijo modelo C125-C250⁵⁷

⁵⁷ ALIBABA.COM. Echador fijo y del eslabón giratorio con la rueda del arrabio resistente <disponible en <http://spanish.alibaba.com/product-gs/fixed-and-swivel-caster-with-cast-iron-wheel-heavy-duty-221569710.html>> [Consulta: febrero de 2012]

Rediseño de la estructura principal de carga

Finalmente se propone un rediseño de la estructura de carga del caballete que permita realizar su construcción de manera más rápida al implementar cortes rectos en vez de los cortes angulares realizados al prototipo, los cuales implican mayor precisión y tiempo de elaboración. Esta nueva estructura permite cambiar la disposición de las chumaceras para proporcionar mayor soporte al eje de giro. Los cambios planteados se no se realizaron durante las pruebas, pues el prototipo es completamente funcional. Los cambios planteados se ilustran en la FIGURA 57 y quedan plasmados en los planos constructivos de ANEXO 8.



FIGURA 57. Rediseño de la Estructura Principal de Carga

Conclusiones

A partir del estudio de campo realizado en el área de armado/soldado de los talleres de balconería ubicados en la Villa de Zaachila Oaxaca se obtuvo información precisa para establecer las necesidades básicas del área de trabajo. En el análisis de las tareas desarrolladas por el personal se reveló que los factores de riesgo de mayor incidencia en la salud laboral de los trabajadores se relaciona con el tipo de actividades que ellos realizan y es aún más grave que la falta de higiene, percibida en la mayor parte de los talleres visitados.

Como una medida para establecer el grado de importancia de nuestro hallazgo se realizó un estudio de las posturas de trabajo adoptadas por el personal de los talleres empleando los métodos de análisis postural OWAS y RULA, con los cuales se llegó a establecer que el sistema musculo esquelético se ve afectado seriamente por llevar a cabo esfuerzos físicos de niveles altos a excesivos. A partir del método RULA se logró establecer que la sub-fase de Giro y Cambio de Posición es el segmento de actividades de la fase de armado/soldado que mayores problemas musculo-esqueléticos puede ocasionar, debido a que el trabajador realiza maniobras para mover, girar o trasladar estructuras por arriba de los 50 kg de peso, utilizando la fuerza muscular, a dichas actividades siguen la sub-fase de Pulido de la Soldadura, Soldado de la Estructura y por último la sub-fase de Armado y Punteado, en las cuales el balconero efectúa sus labores de pie, con demasiada frecuencia extendiendo los brazos, inclinado de forma extremada el cuello y tronco, para acomodarse de acuerdo al sitio donde el deba trabajar.

Como resultado de las observaciones se propuso la construcción de tres mobiliarios, un par de caballetes articulados sobre los cuales el balconero pueda construir las estructuras metálicas, una mesa auxiliar que le permita acomodar su herramienta de trabajo y una silla que le sirva para tomar algunos periodos de descanso mientras el realiza alguna actividad que le permita estar sentado.

Al implementar los prototipos se observó la necesidad de realizar algunos reajustes a los caballetes articulados pues el peso de las estructuras ocasionó la inestabilidad del conjunto de trabajo. Finalmente, después de observar la implementación del mobiliario y reevaluar las posturas de trabajo adoptadas por los balconeros, se determinó que cada uno de los prototipos se desempeñaba de la forma esperada. En especial los caballetes articulados, los cuales lograron reducir el número de las posturas dañinas, al facilitar el reposicionamiento del plano de trabajo de acuerdo a las necesidades del personal de los talleres, obteniendo una reducción en los niveles altos/excesivos del esfuerzo muscular a niveles normales/aceptables.

A partir de esta investigación se lograron establecer los siguientes puntos que permitirán mejorar las condiciones laborales en el área de trabajo:

- 1) Es importante que los oficiales de los talleres comprendan y aprovechen al máximo los beneficios que ofrecen los caballetes articulados, de manera que eviten utilizarlos como los caballetes tradicionales.
- 2) El buen funcionamiento de los caballetes se obtiene cuando a los trabajadores se les ha hecho saber que los beneficios a su salud muscular ocurren cuando ellos acomodan o inclinan el plano de trabajo para evitar al máximo encorvarse, estirar de forma excesiva los brazos o inclinarse para trabajar.

- 3) El trabajo de pulido debe realizarse de preferencia con equipos livianos y utilizando guantes y orejeras para amortiguar las vibraciones en los brazos y molestias en los oídos.
- 4) Los balconeros deben adoptar el hábito de usar de la silla de apoyo y no olvidar ajustar las alturas del asiento y respaldo hasta obtener el mayor grado de confort en la postura de trabajo.
- 5) Es importante que el personal tome conciencia y utilice el equipo de seguridad pertinente a cada tarea.
- 6) Es necesario que el personal de los talleres realice esfuerzos constantes para realizar la higiene de sus centros de trabajo.

Como último comentario acerca de este proyecto a partir de la experiencia adquirida durante el periodo de prueba, se puede establecer que el sistema de caballetes articulados, puede aportar otros beneficios que van más allá de aquellos por los cuales fue concebido y es cuestión de estar atentos para descubrir estas nuevas aplicaciones dentro y fuera del taller de balconería.

Bibliografía

- ÁVILA, Chaurand R. et. Al. Dimensiones antropométricas: Población Latinoamericana. 2ª Ed. México: Universidad de Guadalajara, 2001.
- CAIRÓ, Battistutti O. Metodología de la programación. 2ª Ed. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 2003.
- CRUZ, Gómez J. A. y GARNICA, G. G. A. Principios de ergonomía. 2a Ed. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2001.
- ESPESO, Santiago J. A. y FERNÁNDEZ, Zapico F. Manual para la formación de técnicos de prevención de riesgos laborales. 8ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A., 2007.
- GONZÁLEZ, Maestre D. Ergonomía y Psicología. 4ª Ed. Madrid España: FC Editorial, 2007.
- KARWOWSKI, W. y MARRAS, W.S. The occupational ergonomics handbook. U.S.A: CRC Press LLC., 1999.
- KONZ, S. Diseño de Sistemas de Trabajo. México: Editorial Limusa S.A. de C.V, 2000.
- LLANEZA, Álvarez F. J. Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista. 7ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A. de C.V., 2006.
- LLANEZA, Álvarez F. J. La ergonomía forense: pruebas periciales en prevención de riesgos laborales. 13ª Ed. España: Editorial Lex Nova S.A. de C.V., 2009.
- MENÉNDEZ, Montañés C. y MORENO, Oliver F. X. Ergonomía para docentes análisis del trabajo y prevención de riesgos. Barcelona España: Ed. Graó, 2006.
- MÉNDEZ, Díaz F. et al. Formación superior en prevención de riesgos laborales. España: Editorial Lex Nova S.A. de C.V., 2009.
- MERINO, A. Biblioteca Atrium de la Herrería: Forja y Fundición. Barcelona España: Grupo Editorial Océano, 1994. Vol. 1.
- MOTMOLLIN, M. Introducción a la ergonomía. México: Editorial Limusa S.A. de C.V., 1998.
- MORALES, Rodríguez G. Manual de Diseño Industrial. México: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1992.
- Mondelo, Pedro R. Ergonomía 1 Fundamentos. 3ª Ed. Barcelona España: Ediciones UPC., 1999.

Fuentes Electrónicas

ALL-BIZ LTD. Mesas de soldar y montaje. <Disponible en <http://15910.ru.all.biz/cat.php?oid=684918>> [Consulta: febrero de 2012]

ALIBABA.COM. Echador fijo y del eslabón giratorio con la rueda del arrabio resistente <disponible en <http://spanish.alibaba.com/product-gs/fixed-and-swivel-caster-with-cast-iron-wheel-heavy-duty-221569710.html>> [Consulta: febrero de 2012]

BLUCO CORPORATION. Robot on Fixed Pedestal. <Disponible en www.bluco.com/applications/robotics/welding_robot_on_fixed_pedestal.html> [Consulta: febrero de 2012]

BLUCO CORPORATION. Robot with Rollover Fixture. < Disponible en www.bluco.com/applications/robotics2/welding_robot_with_rollover_fixture.html> [Consulta: febrero de 2012]

C.E. PICACE´S S.L. Sillas de trabajo en Madera. <Disponible en http://www.todoart.com/sillas_de_trabajo.htm> [Consulta: febrero de 2012]

COMPLETE WELDING. Mesa Metálica para Soldar. < Disponible en http://completeweldingmx.com/store/product_info.php?products_id=184&osCsid=6e43e1c16a1c85a351ce30060c7caf73> [Consulta: febrero de 2012]

DISTRICLINIC S.A.S. Mesa Puente PANAMEDICAL F-32. <Disponible en http://www.districtclinic.com.co/productos-73-mesa_puente_panamedical_f-32> [Consulta: febrero de 2012]

ERGONAUTAS.COM. Métodos: OWAS <disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>> [Consulta: septiembre de 2011]

ERGONAUTAS.COM. Métodos: RULA<disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>> [Consulta: septiembre de 2011]

FERROMEDICA. Mesa puente de comida PME-006 <disponible en http://medncomp.com/ferromedica/index.php?page=shop.product_details&product_id=47&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=57> [Consulta: febrero de 2012]

FUNDIBEQ. Diagrama de Flujo [PDF] <http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_flujo.pdf> Citado en Septiembre de 2011): [Consulta: septiembre de 2011]

GUÍAS EMPRESARIALES. Zaachila, Oaxaca <<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=110&giro=8&ins=68>> [Consulta: marzo de 2012]

IGUBAL Chumacera de pedestal < www.igus.com.mx> [Consulta: marzo de 2012]

KAISIER + KRAFT. Taburete de apoyo: Taburete de apoyo 583 677.
<<http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M373/Taburete+de+apoyo.html?js=true>> [Consulta: febrero de 2012]

KAISIER + KRAFT, Taburete de apoyo: Taburete de apoyo Robust
<<http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M54049/Taburete+de+apoyo+-Robust-+con+ajuste+de+altura+continuo.html>> [Consulta: febrero de 2012]

KAISIER + KRAFT, Taburete de apoyo: Taburete de apoyo 921 498
< <http://www.kaiserkraft.es/shop/product/M75289/Taburete+de+apoyo.html>> [Consulta: febrero de 2012]

KING BARCELONA S.L. Pedalier Shimano Cuadradillo UN54 73-113 BSA.
<<http://www.kingbarcelona.com/es/pedalier-shimano-cuadradillo-un54-73113-bsa-p-1444.html>>
[Consulta: marzo de 2012]

MECALUX, SA. Mesa auxiliar con ruedas
http://www.almacendirecto.com/familia/mesa_auxiliar_con_ruedas/35.htm [Consulta: febrero de 2012]

MAYO MEDICAL. Mesa Sobre-cama Tipo Puente 465.
<<http://www.mayomedical.com.mx/?do=subcategoria&&cat=1&&accion=mostrar&&subcat=4>> [Consulta: febrero de 2012]

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. La Salud y la Seguridad en el Trabajo: ERGONOMIA, III. Los principios básicos de la ergonomía. <http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm#A. El puesto de trabajo> [Consulta: octubre de 2011]

PULEVA SALUD. Insatisfacción laboral
<http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID_CATEGORIA=103769> [Consulta: octubre de 2008]

PALLADINO EQUIPAMIENTOS. Mesas Rodantes <<http://www.industriaspalladino.com.ar/mesas-rodantes-taller-mecanico.htm>> [Consulta: febrero de 2012]

SITBACK MEDITERRANEA S.L. Silla de trabajo industrial XP40C <<http://www.sillasindustriales.es>> [Consulta: febrero de 2012]

SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. Diagrama de causa y efecto
<<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/LM386.pdf>> [Consulta: agosto de 2009]

ANEXO 1. Diagramas de flujo

Descripción Secuencial de la Construcción de una Estructura Metálica.

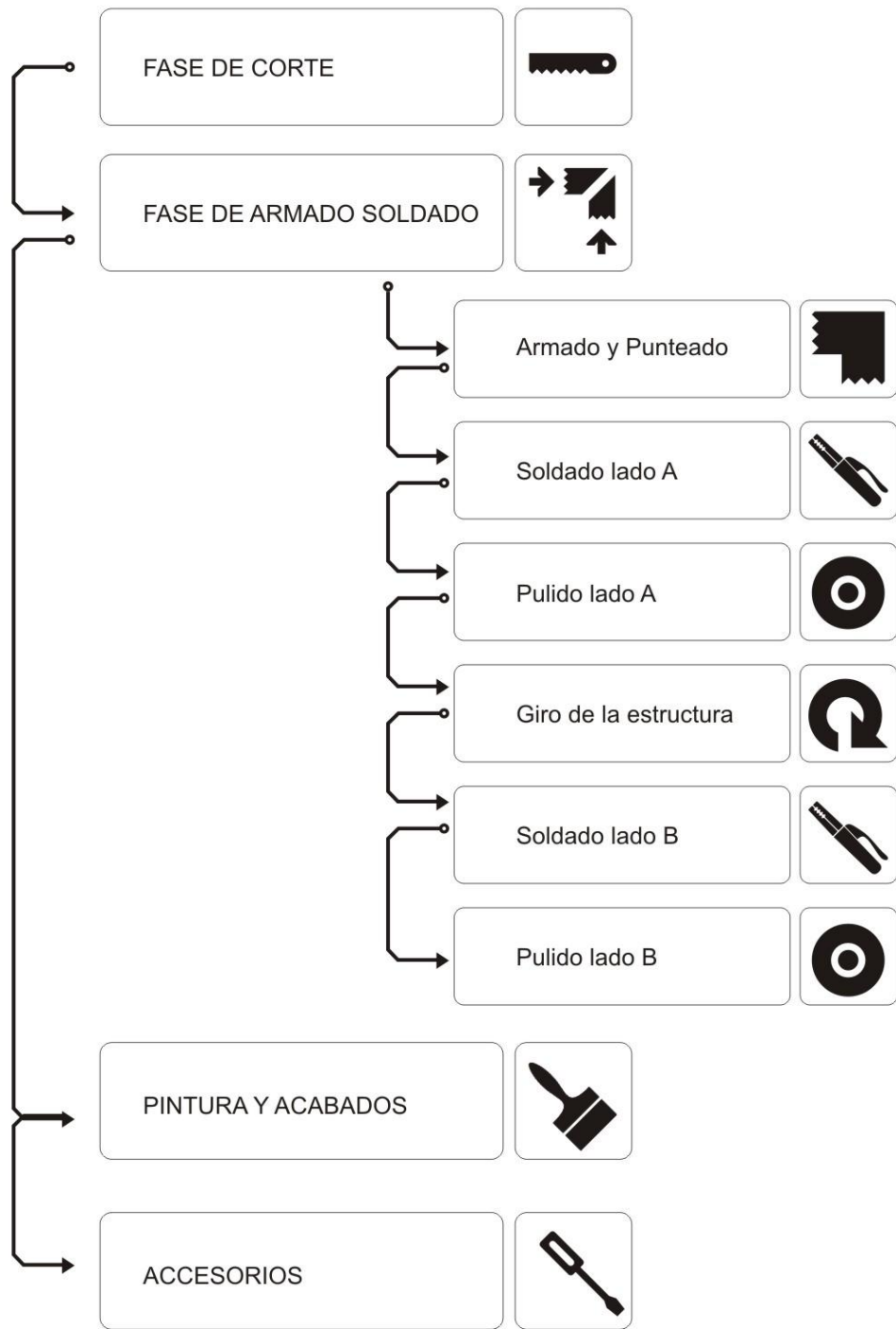


Figura 58. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una estructura metálica

Sub-fase de Armado y Punteado



A través de las FIGURAS 59 a 62 se describen el ensamblado de piezas para elaborar una estructura metálica. En esta sub-fase el balconero, organiza, mide y ubica las piezas de acuerdo a su función dentro de la estructura.

La unión de las piezas esta constituida por ligeros puntos de soldadura, que el balconero puede romper aplicando un poco de fuerza, en caso de que existiera un problema en la unión de las piezas.

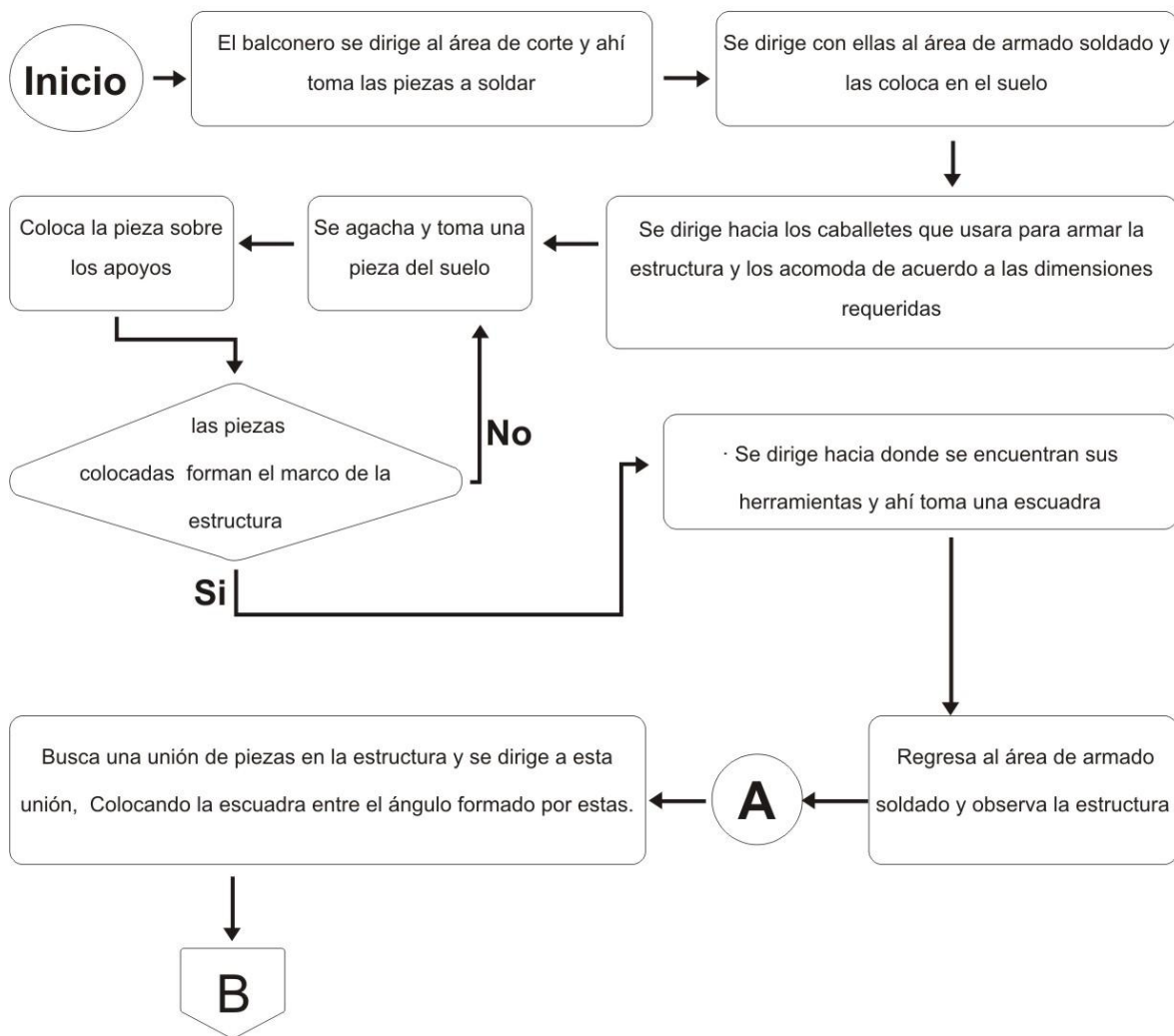


FIGURA 59. Actividades desarrolladas en la sub-fase de armado y punteado

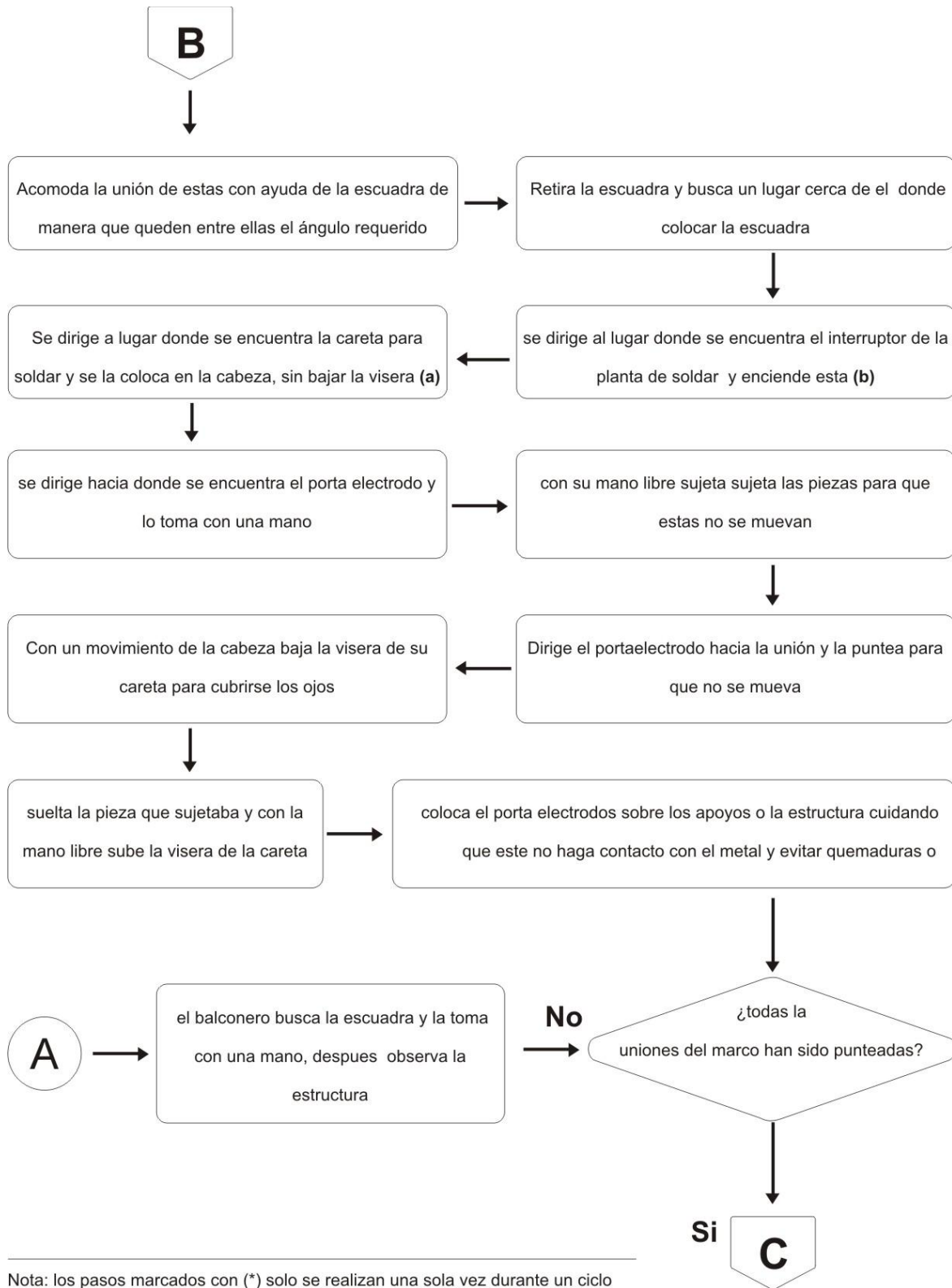


FIGURA 60. Actividades desarrolladas en la sub-fase de armado y punteado- Cont.

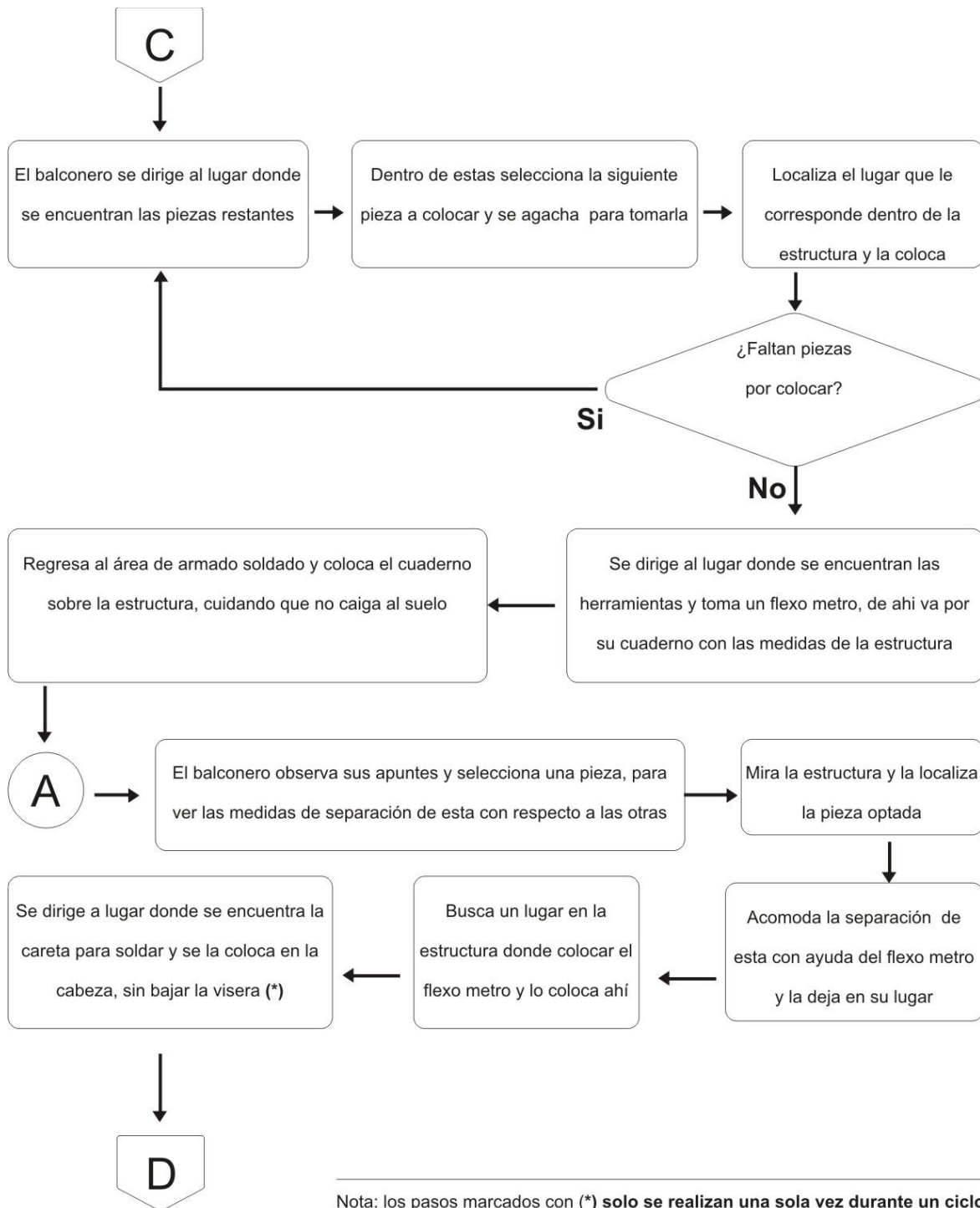


FIGURA 61. Actividades desarrolladas en la sub-fase de armado y punteado- Cont.

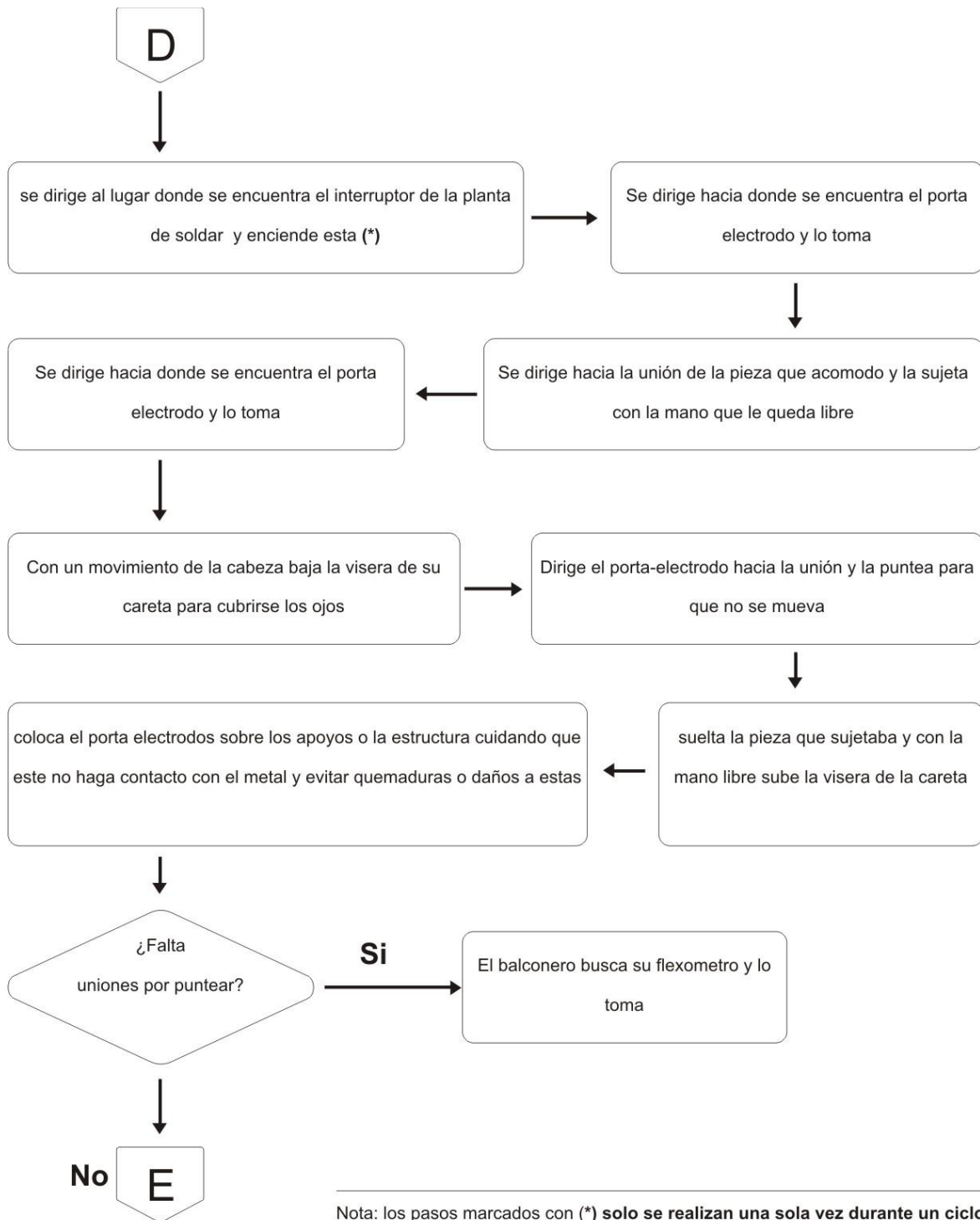


FIGURA 62. Actividades desarrolladas en la sub-fase de armado y punteado- Cont.

Sub-fase de Soldado lado A y B



Una vez armada la estructura el trabajador procede a soldar de manera permanente las uniones entre elementos. El ciclo de actividades se realiza en ambas caras de la estructura y en algunos casos en los laterales y vértices del marco, por lo cual es necesario girar la estructura mas de dos veces. La FIGURA 63 describe las tareas realizadas en esta sub-fase de trabajo.

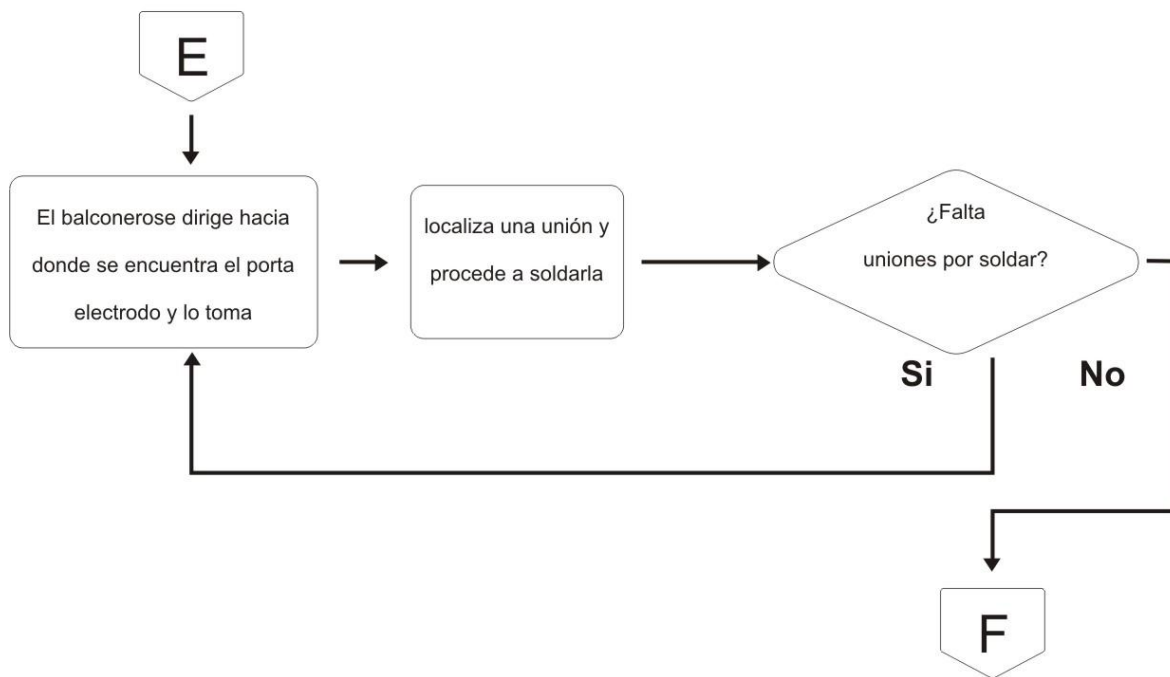


FIGURA 63. Actividades desarrolladas en la sub-fase de soldado.

Sub-fase de Pulido lado A y B



Al terminar de soldar la estructura el balconero procede a esmerilar y pulir el exceso de soldadura en las uniones que así lo requieran, obteniendo con ello una buena apariencia del trabajo. La secuencia de actividades realizadas por el trabajador se muestran en la FIGURA 64.

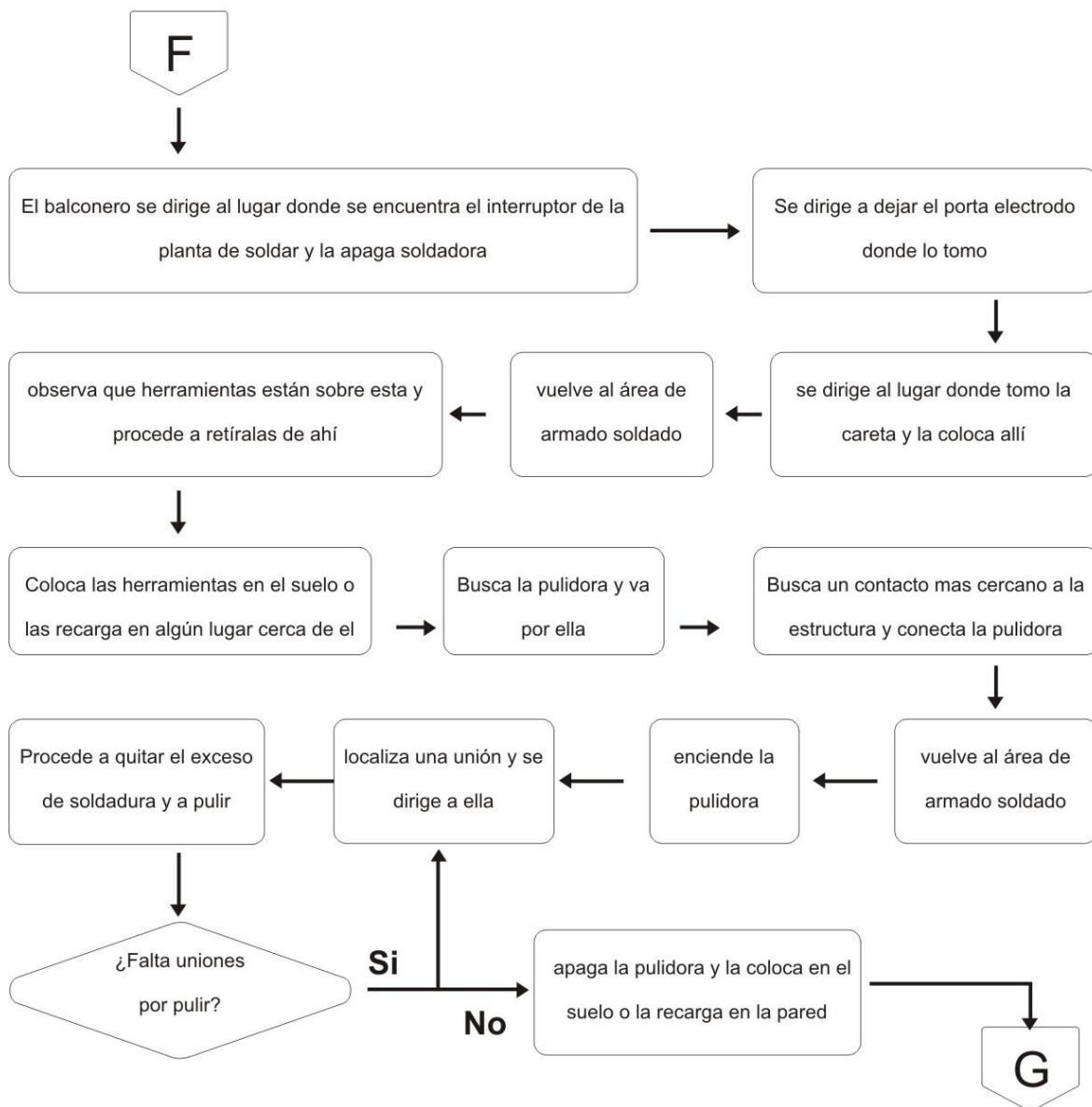


FIGURA 64. Actividades desarrolladas en la sub-fase de pulido.

Sub-fase de Giro de la estructura



Cuando el balconero realiza las tareas de soldado o pulido es necesario que el mueva y/o gire el trabajo en mas de dos ocasiones para acceder a las áreas que se encuentran fuera de su alcance. Sin embargo cuando esta labor no la puede realizar por si solo, el trabajador en turno solicita la ayuda del resto del personal disponible en el taller. En la FIGURA 65 se describe el proceso realizado por el personal de los talleres.

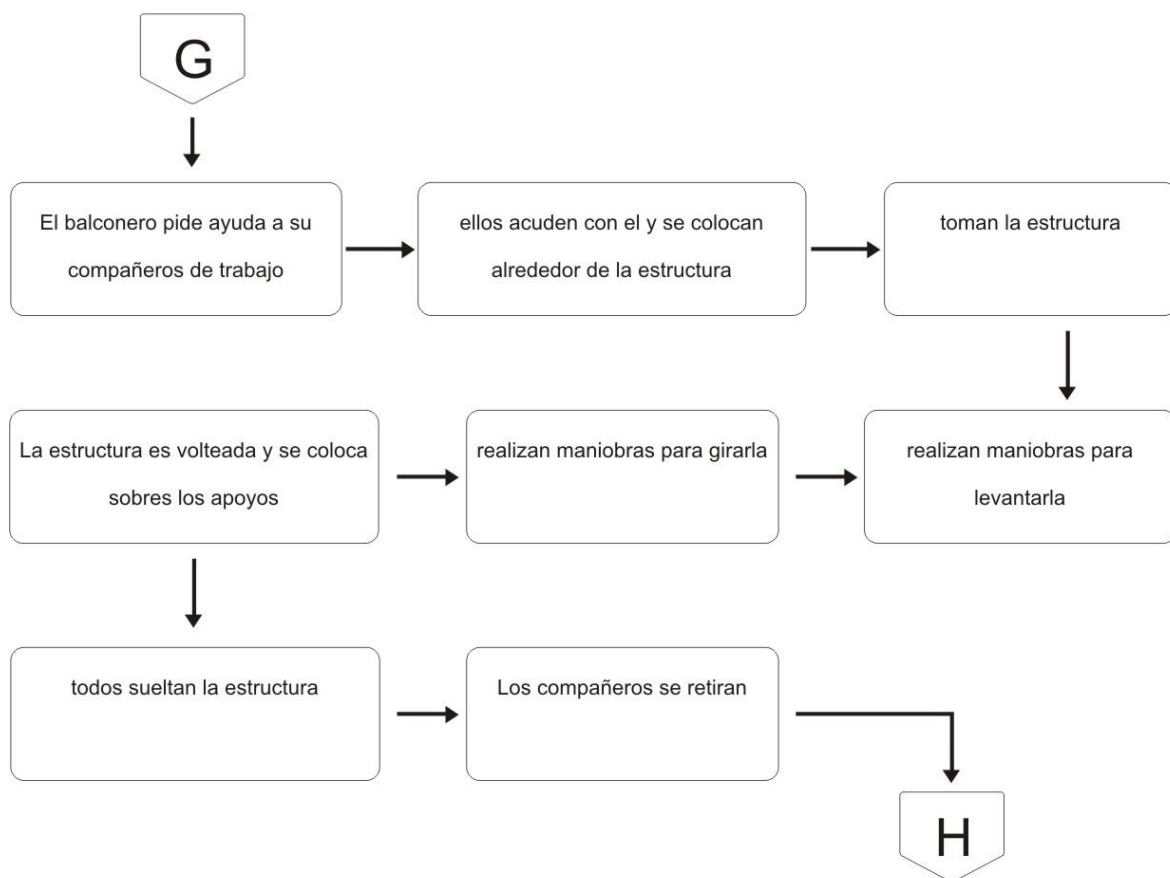


FIGURA 65. Actividades desarrolladas en la sub-fase de giro de la estructura..

ANEXO 2. Formato de Encuesta

Examinador: Rómmel Coronel García

Fecha: ____ / ____ / 2011

Nombre de la balconería: _____

Encuestado: _____

Pregunta 1. ¿Cuál es tu edad?

Pregunta 2. ¿Cuánto tiempo llevas ejerciendo este oficio?

Pregunta 3. ¿Qué tipo de trabajos son elaborados con frecuencia en el taller y cuál es el porcentaje de su producción?

Pregunta 4. ¿Cuáles son las medidas comunes de las estructuras elaboradas?

Pregunta 5. ¿Qué oficios parecidos a la balconería conoce usted, en los cuales se tenga que armar y soldar piezas?

Pregunta 6. ¿Sobre qué superficies o estructuras se apoyan las personas que realizan estos oficios para realizar sus tareas?

Pregunta 7. ¿Sobre que superficie se realiza el armado y soldado de una estructura metálica en su taller?

Pregunta 8. Menciona las dificultades que se te han presentado cuando utilizas los caballetes para armar y soldar una estructura..

Pregunta 9. ¿Qué problemas se le presentan al elaborar estructuras de grandes dimensiones?

Pregunta 11. ¿Según su experiencia, que características debe tener una estructura o mobiliario que le permita realizar su trabajo en el área de armado/soldado de una forma fácil y segura?

ANEXO 3. Diagrama causa-efecto

Riesgos profesionales presentes en el área de armado/soldado

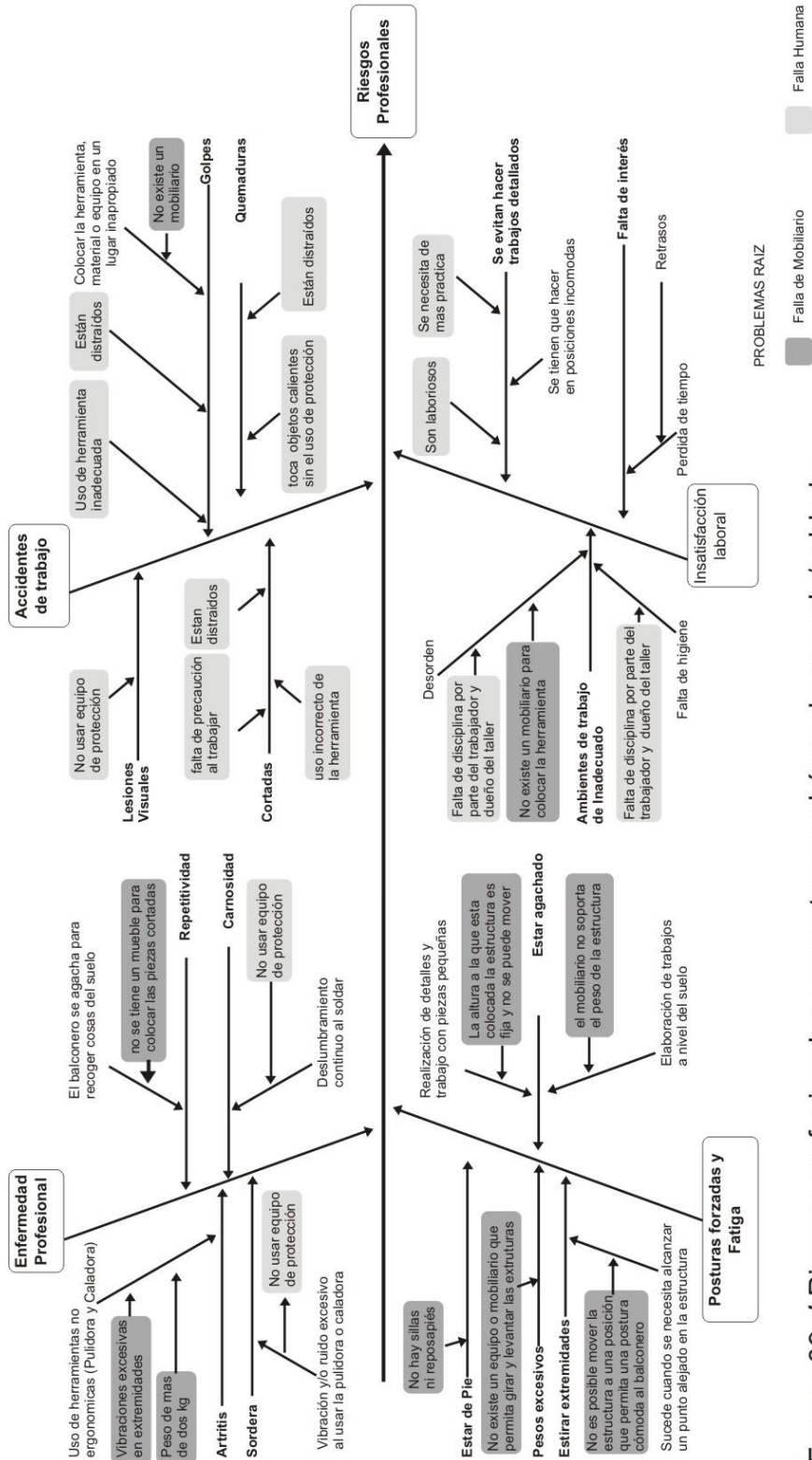


FIGURA 09. / Riesgos profesionales presentes en el área de armado/soldado

ANEXO 4. . Catalogo A

Análisis gráfico de las tareas de la fase de armado/soldado

El propósito de este catalogo, tuvo como finalidad principal el facilitar la identificación de posturas similares durante el análisis de los videos tomados en el taller de balconería, las secuencia de imágenes contenidas en él se componen del registro de posturas adoptadas por los trabajadores A, B, C y D durante la ejecución de sus tareas, las cuales se han ordenado de mayor a menor nivel de riesgo, con base a los resultados del método RULA mostrados en el Anexo 5.

Al pie de cada fotograma aparecen 3 recuadros similares al de la Figura 67, en el primero de ellos se encuentra el código de identificación del fotograma, este digito permite distinguir una postura del resto de las imágenes, en los dos siguientes se muestra el nivel de riesgo asignado por los métodos OWAS y RULA a cada posición de trabajo, esta información permiten al observador realizar una comparación rápida de los resultados obtenidos por ambas herramientas de estudio.

La figuras 68 y 69 recopilan las posturas de trabajo adoptadas por los trabajadores A y B al realizar el soldado de una puerta y un portón, las figuras 70 y 71 las posturas adoptadas al efectuarse el pulido, Las figura 72 muestra al trabajador B realizando el giro de una puerta, finalmente las figuras 73 a 74 muestran a los trabajadores C y D realizando el giro de un portón, estas se complementan con las figuras 75 a 78 en las cuales se observan las posturas adoptadas por cada trabajador de manera independiente.



FIGURA 67. Descripción de la nomenclatura usada

Catalogo A: Sub-fase de Soldado



FIGURA 68. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de soldado

Catalogo A: Sub-fase de Soldado



FIGURA 69. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de soldado

Catalogo A: Sub-fase de Pulido



FIGURA 70. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de pulido

Catalogo A: Sub-fase de Pulido



FIGURA 71. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de pulido

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajador A

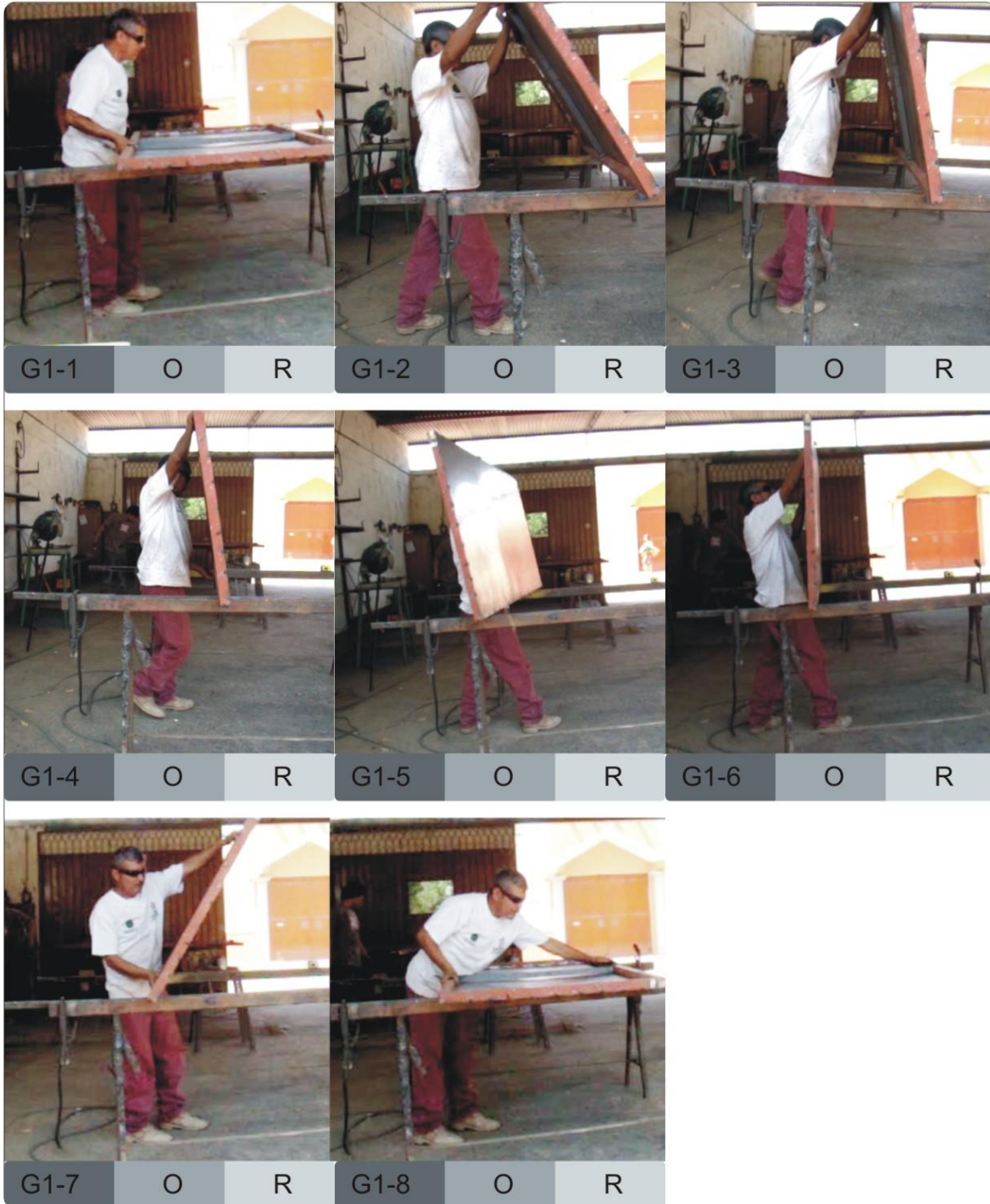
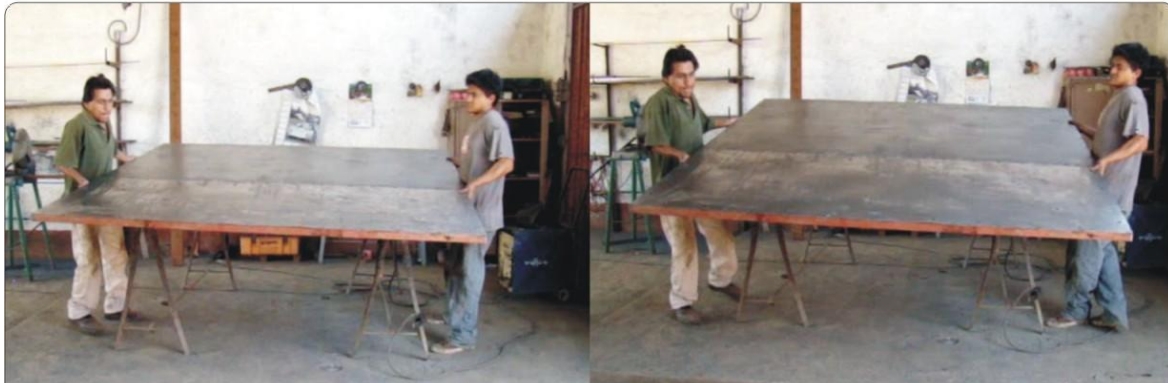


FIGURA 72. Secuencia de movimientos en vista lateral para el giro de una estructura efectuada por el trabajador A.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C



G2-1

O

R

G2-2

O

R



G2-3

O

R

G2-4

O

R



G2-5

O

R

G2-6

O

R

Figura 73. Secuencia de movimientos en vista frontal para el giro de una estructura efectuada por los trabajadores C y D.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C

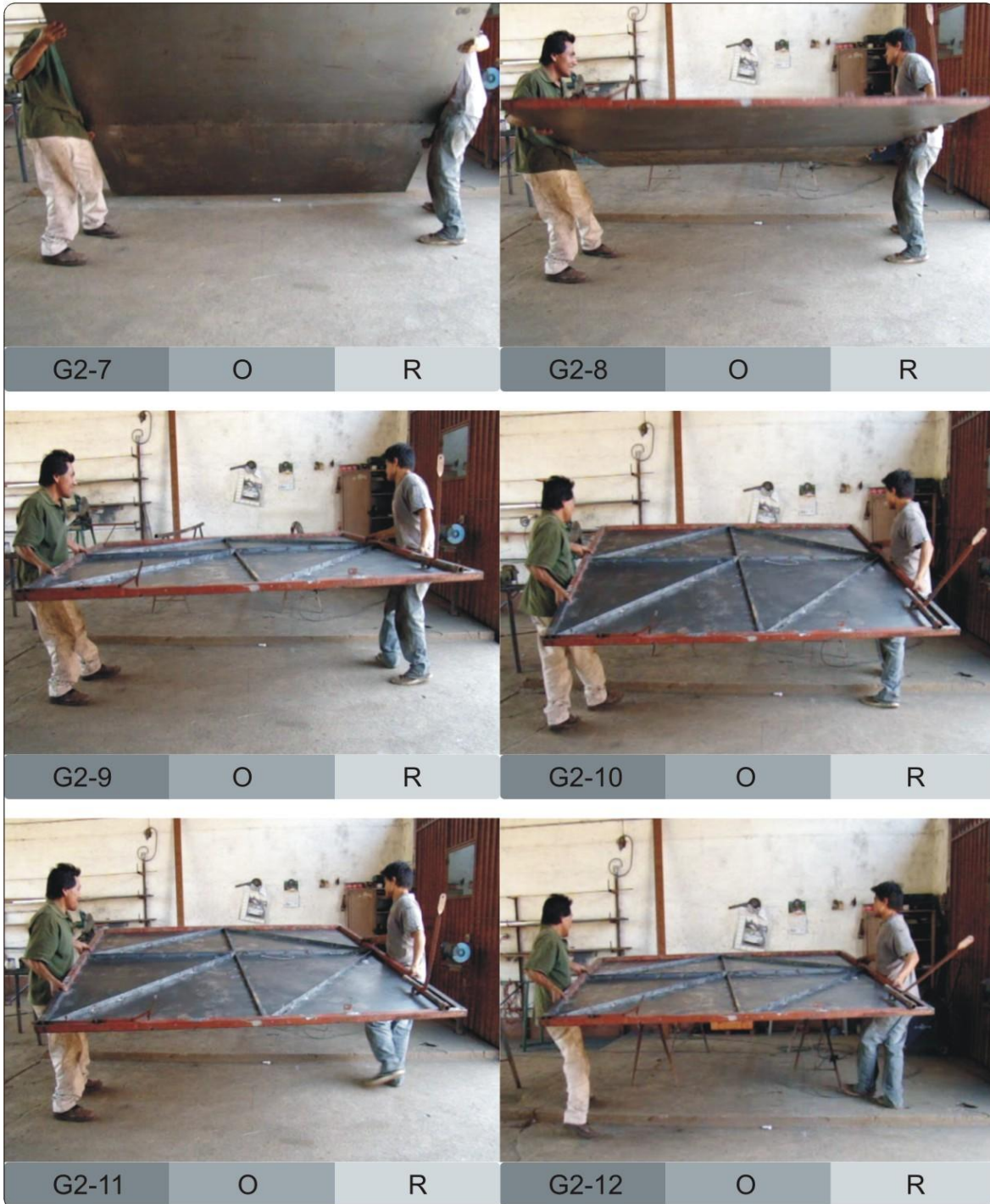


Figura 74. Secuencia de movimientos en vista frontal para el giro de una estructura efectuada por los trabajadores C y D.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C

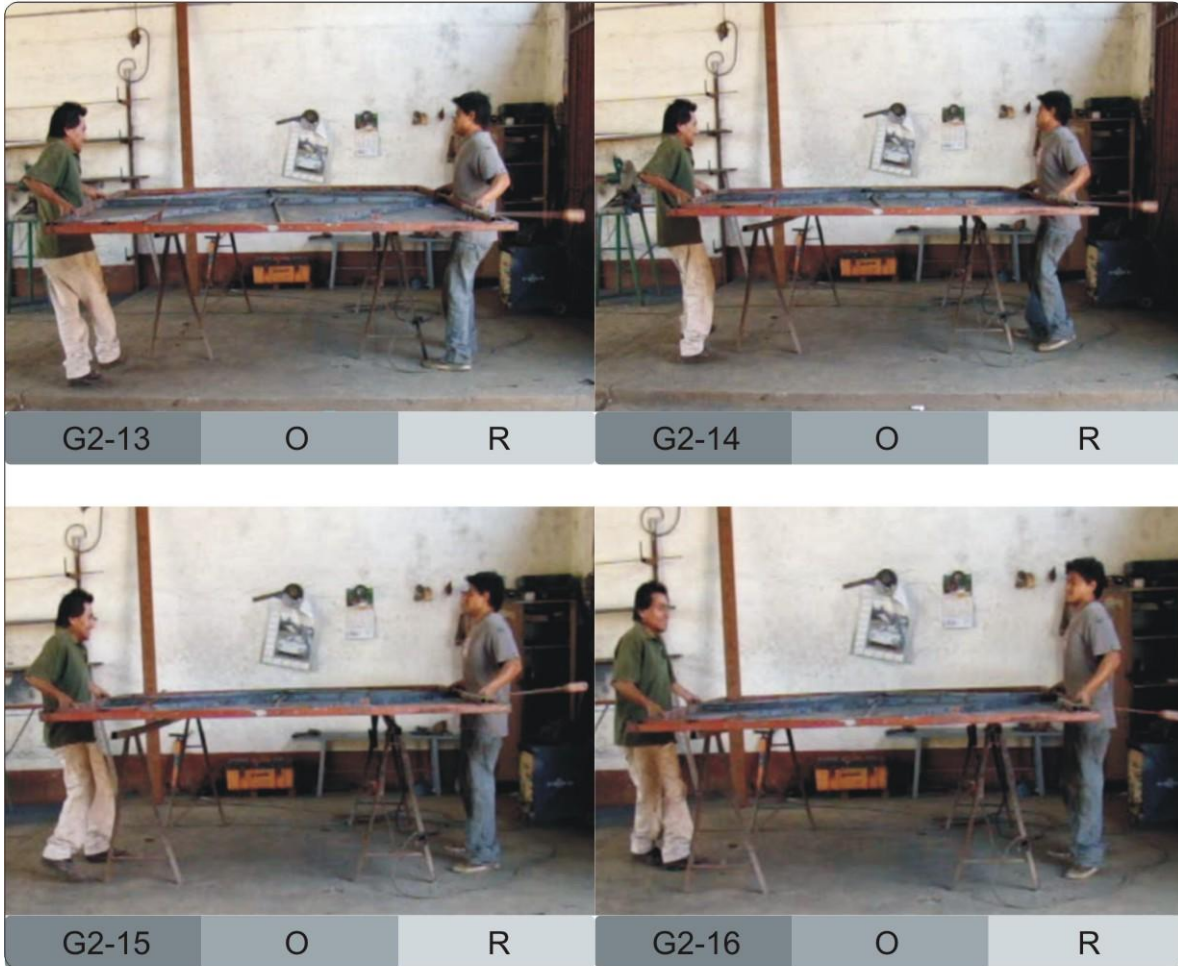


Figura 75. Secuencia de movimientos en vista frontal para el giro de una estructura efectuada por los trabajadores C y D.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C



Figura 76. Secuencia de movimientos en vista lateral para el giro de una estructura efectuada por el trabajador C.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C

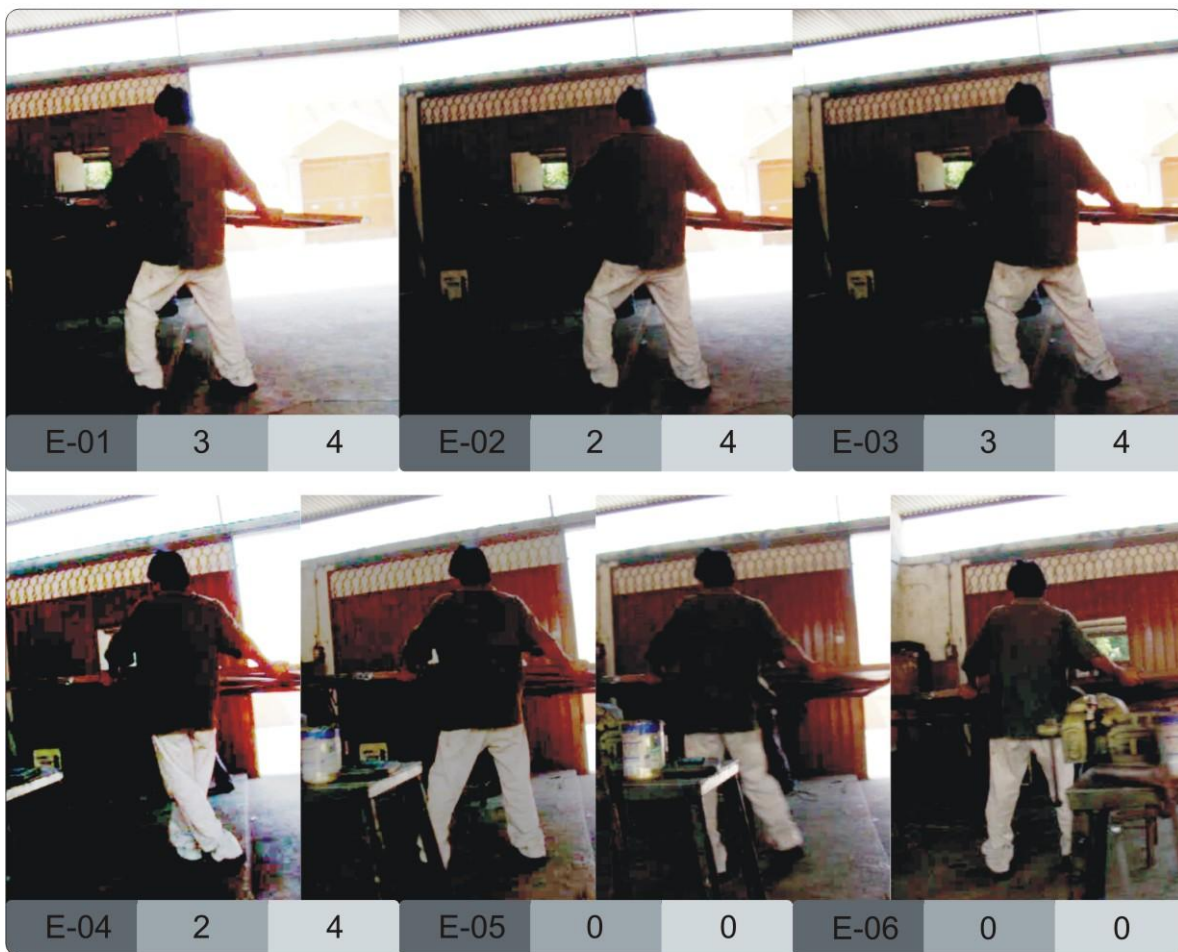


Figura 77. Secuencia de movimientos en vista lateral para el giro de una estructura efectuada por el trabajador C.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C



Figura 78. Secuencia de movimientos en vista lateral para el giro de una estructura efectuada por el trabajador C.

Catalogo A: Sub-fase de Giro - Trabajadores B y C

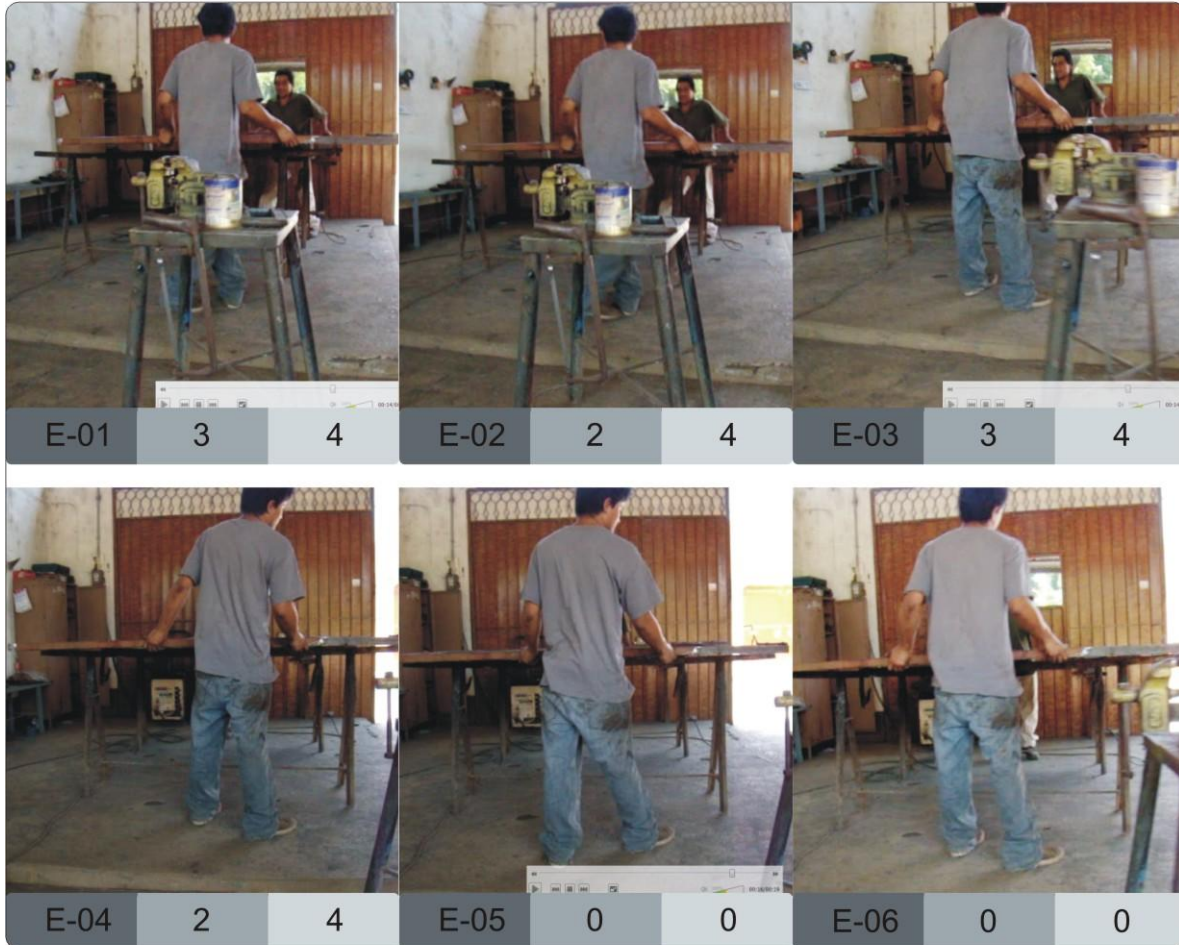


Figura 79. Secuencia de movimientos en vista lateral para el giro de una estructura efectuada por el trabajador D.

ANEXO 5. Concentrado de datos

Aplicación de los métodos OWAS y RULA en el estudio de la fase de armado/soldado

Las tablas contenidas en este anexo corresponden al resumen de las puntuaciones asignadas por los métodos OWAS y RULA derivadas del estudio de la fase de armado/soldado. La evaluación de las sub-fases de soldado, pulido y giro se concentran en 14 tablas, en la impares se muestra la evaluación del OWAS y en las pares los resultados de método RULA, de manera que el observador pueda comparar los resultados de una misma sub-fase de trabajo inmediatamente.

En las tablas 1 a 6 se exponen las evaluaciones de las tareas realizadas para la construcción de una puerta y en las TABLAS 43 a 56 la evaluación de las posiciones de trabajo adoptadas para la elaboración de un portón.

TABLA 43. Resultados de la evaluación por el método Owas de la Sub-fase de soldado de una puerta

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	1	5%	0	0%	2	10%	0	0%	1	5%
3	9	43%	0	0%	1	5%	0	0%	1	5%
2	5	24%	10	48%	18	86%	0	0%	4	19%
1	6	29%	11	52%	0	0%	21	100%	15	71%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

TABLA 44. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de soldado de una puerta

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%	0	0%	2	10%
3	1	5%	6	29%	15	71%	0	0%	10	48%	1	5%	0	0%	0	0%	1	5%
2	20	95%	14	67%	5	24%	5	24%	9	43%	19	90%	7	33%	2	10%	18	86%
1	0	0%	1	5%	1	5%	16	76%	2	10%	0	0%	14	67%	19	90%	0	0%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

TABLA 45. Resultados de la evaluación por el método Owas de la Sub-fase de pulido de una puerta

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	7	23%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	15	50%	0	0%	18	60%	0	0%	2	7%
2	2	7%	3	10%	9	30%	30	100%	17	57%
1	6	20%	27	90%	3	10%	0	0%	11	37%
Total	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%

TABLA 46. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de Pulido de una puerta

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	3	10%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	19	63%
3	7	23%	3	10%	20	67%	0	0%	13	43%	25	83%	0	0%	0	0%	8	27%
2	16	53%	27	90%	10	33%	6	20%	11	37%	5	17%	4	13%	30	100%	3	10%
1	4	13%	0	0%	0	0%	24	80%	6	20%	0	0%	26	87%	0	0%	0	0%
Total	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%	30	100%

TABLA 47. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de giro de un puerta / Trabajador A

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
4	1	13%	0	0%	0	0%	0	0%	6	10%
3	1	13%	4	50%	6	75%	8	100%	12	19%
2	0	0%	2	25%	2	25%	0	0%	25	40%
1	6	75%	2	25%	0	0%	0	0%	20	32%
Total	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	63	100%

TABLA 48. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de giro de un puerta / Trabajador A

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	9	56%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	1	6%	0	0%	12	75%	0	0%	6	38%	2	13%	0	0%	0	0%	8	100%
3	2	13%	6	38%	3	19%	0	0%	2	13%	2	13%	0	0%	16	100%	0	0%
2	3	19%	8	50%	1	6%	3	19%	2	13%	12	75%	14	88%	0	0%	0	0%
1	1	6%	2	13%	0	0%	13	81%	6	38%	0	0%	2	13%	0	0%	0	0%
Total	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	8	100%

TABLA 49. Resultados de la evaluación por el método Owas de la Sub-fase de soldado de un portón

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
6	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%
5	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%
4	14	22%	0	0%	13	21%	0	0%	6	10%
3	1	2%	14	22%	26	41%	1	2%	12	19%
2	36	57%	16	25%	22	35%	0	0%	25	40%
1	12	19%	33	52%	0	0%	62	98%	20	32%
Total	63	100%	63	100%	63	98%	63	100%	63	100%

TABLA 50. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de soldado de un portón

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	8	13%	0	0%	0	0%	0	0%
4	4	6%	0	0%	1	2%	0	0%	5	8%	14	22%	0	0%	0	0%	25	40%
3	18	29%	11	17%	31	49%	0	0%	30	48%	24	38%	0	0%	2	3%	25	40%
2	40	63%	34	54%	23	37%	4	6%	14	22%	17	27%	42	67%	18	29%	13	21%
1	0	0%	18	29%	8	13%	59	94%	14	22%	0	0%	21	33%	43	68%	0	0%
Total	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%	63	100%

TABLA 51. Resultados de la evaluación por el método Owas de la Sub-fase de pulido de un portón

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	7	13%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	8	15%	6	11%	26	49%	0	0%	2	4%
2	23	43%	5	9%	25	47%	53	100%	32	60%
1	15	28%	42	79%	2	4%	0	0%	19	36%
Total	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%

TABLA 52. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de pulido de un portón

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	17	27%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	6	11%	0	0%	0	0%	32	60%
3	12	19%	14	26%	21	40%	0	0%	23	43%	22	42%	0	0%	0	0%	21	40%
2	9	14%	28	53%	32	60%	24	45%	26	49%	25	47%	27	51%	53	100%	0	0%
1	15	24%	11	21%	0	0%	29	55%	4	8%	0	0%	26	49%	0	0%	0	0%
Total	53	84%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%	53	100%

TABLA 53. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de giro de un portón / Trabajador B

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	2	13%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	1	6%	0	0%	2	13%
3	8	50%	0	0%	13	81%	16	100%	1	6%
2	0	0%	2	13%	0	0%	0	0%	5	31%
1	8	50%	14	88%	0	0%	0	0%	8	50%
Total	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%

TABLA 54. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de giro de un portón / Trabajador B

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
6	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	2	6%	0	0%	27	84%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	2	6%	22	69%	5	16%	0	0%	6	19%	12	38%	0	0%	32	100%	0	0%
2	24	75%	7	22%	0	0%	28	88%	22	69%	20	63%	32	100%	0	0%	0	0%
1	4	13%	3	9%	0	0%	4	13%	4	13%	0	0%	0	0%	0	0%	16	100%
Total	32	100%	32	100%	32	100%	32	100%	32	100%	32	100%	32	100%	32	100%	16	100%

TABLA 55. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de giro de un portón / Trabajador C

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	10	63%	0	0%	0	0%
4	1	6%	0	0%	0	0%	0	0%	1	6%
3	8	50%	1	6%	6	38%	16	100%	9	56%
2	3	19%	4	25%	0	0%	0	0%	3	19%
1	4	25%	11	69%	0	0%	0	0%	3	19%
Total	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%

TABLA 56. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de giro de un portón / Trabajador C

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
6	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
5	9	56%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	1	6%	0	0%	12	75%	0	0%	6	38%	2	13%	0	0%	0	0%	8	100%
3	2	13%	6	38%	3	19%	0	0%	2	13%	2	13%	0	0%	16	100%	0	0%
2	3	19%	8	50%	1	6%	3	19%	2	13%	12	75%	14	88%	0	0%	0	0%
1	1	6%	2	13%	0	0%	13	81%	6	38%	0	0%	2	13%	0	0%	0	0%
Total	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	16	100%	8	100%

ANEXO 6. Catalogo B

Evaluación gráfica del uso del Mobiliario de Trabajo



Figura 80. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de soldado

Catalogo B: Sub-fase de Pulido



Figura 81. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de pulido

Catalogo B: Sub-fase de Giro



Figura 82. Posturas de trabajo identificadas en el desarrollo de la sub-fase de giro

ANEXO 7. Concentrado de datos

Aplicación de los métodos OWAS y RULA en la Evaluación del Mobiliario de Trabajo

El presente anexo se compone del resumen de las puntuaciones asignadas por los métodos OWAS y RULA derivadas del estudio de la fase de armado/soldado. En esta evaluación se observaron las posiciones de trabajo adoptadas por el trabajador E cuando este utiliza el mobiliario diseñado para el área de trabajo.

El formato con el cual se presenta la información es similar al del anexo 6. La información se presenta en las TABLAS 57 a 62.

TABLA 57. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de soldado de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	1	5%	0	0%	2	10%	0	0%	1	5%
3	9	43%	0	0%	1	5%	0	0%	1	5%
2	5	24%	10	48%	18	86%	0	0%	4	19%
1	6	29%	11	52%	0	0%	21	100%	15	71%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

TABLA 58. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de soldado de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	4	50%	0	0%	0	0%	0	0%	2	25%	2	25%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	6	75%	8	100%	0	0%	6	75%	6	75%	0	0%	0	0%	8	100%
1	4	50%	2	25%	0	0%	8	100%	0	0%	0	0%	8	100%	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	0	0%	8	100%

TABLA 59. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de Pulido de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%
Total	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%

TABLA 60. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de Pulido de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	4	50%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	2	25%	6	75%	6	75%	0	0%	8	100%	8	100%	0	0%	8	100%	8	100%
1	2	25%	2	25%	2	25%	8	100%	0	0%	0	0%	8	100%	0	0%	0	0%
Total	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%	8	100%

TABLA 61. Resultados de la evaluación por el método OWAS de la Sub-fase de giro de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Espalda		Brazos		Piernas		Fuerza		Nivel de Riesgo	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	1	17%	0	0%	0	0%	0	0%
1	6	0%	5	83%	6	0%	6	0%	6	0%
Total	6	100%	6	100%	6	100%	6	100%	6	100%

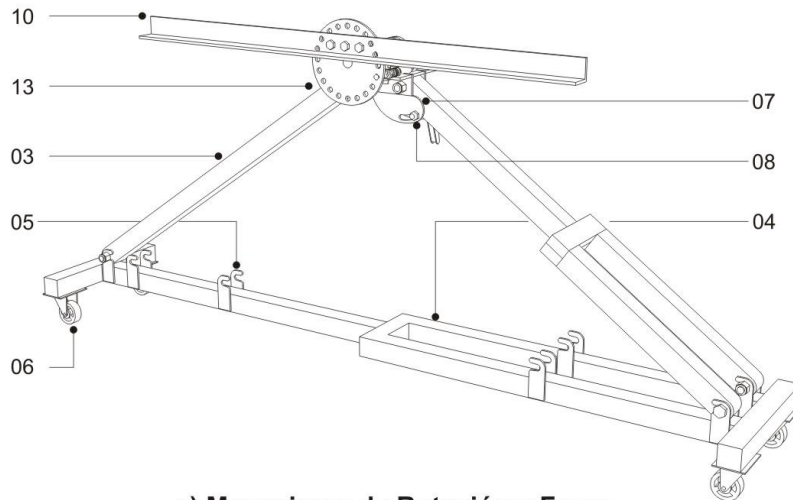
TABLA 62. Resultados de la evaluación por el método RULA de la Sub-fase de giro de una puerta utilizando los caballetes articulados

Puntuación	Brazo		Ante brazo		Muñeca		Giro Muñeca		Cuello		Tronco		Piernas		F. APLICADA		N. RIESGO	
	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%	F.R	%
5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	6	75%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	1	13%	1	13%	5	63%	0	0%	0	0%	6	75%	0	0%	0	0%	6	75%
1	5	63%	5	63%	1	13%	6	75%	0	0%	0	0%	6	75%	6	75%	0	0%
Total	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%	6	75%

ANEXO 8. Planos / Caballetes Articulados

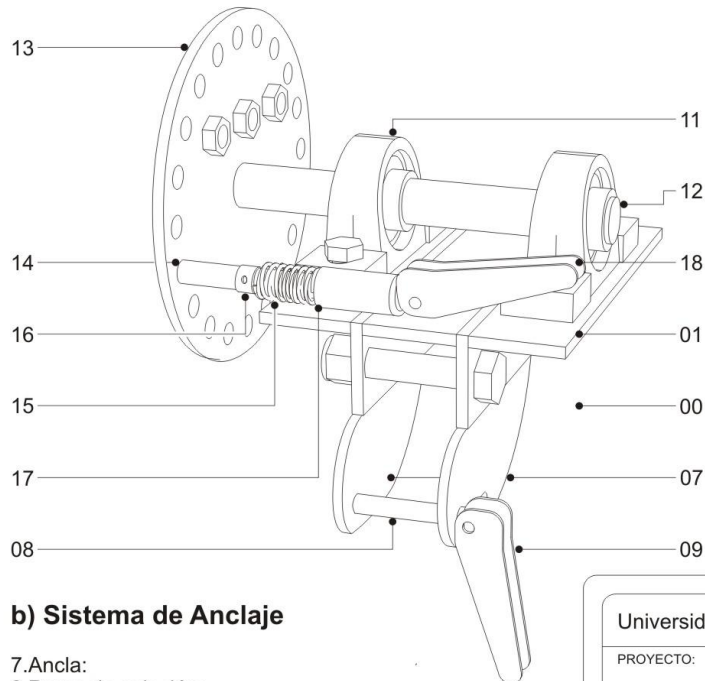
Descripción de Elementos

a) Estructura principal de carga



2. Soporte lateral Y
3. Soporte lateral I
4. Base Y
5. Base de articulaciones móviles
6. Ruedas

c) Mecanismo de Rotación y Freno



1. Base de chumacera
10. Brazo de soporte
11. Chumacera
12. Eje de rotación
13. Disco de freno
14. Pasador
15. Resorte de reposicionamiento
16. Tope del resorte
17. Cerrojo
18. Manivela y leva

b) Sistema de Anclaje

7. Ancla:
8. Pernos de sujeción:
9. Manivela y leva

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
1

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Caballete Articulado (Descripción de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

Rómmel Coronel Gracia

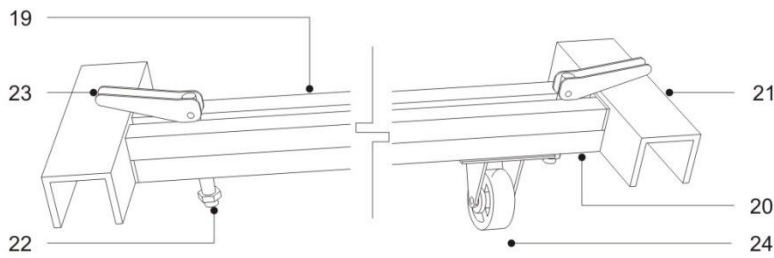
ESCALA

Sin escala

HOJA

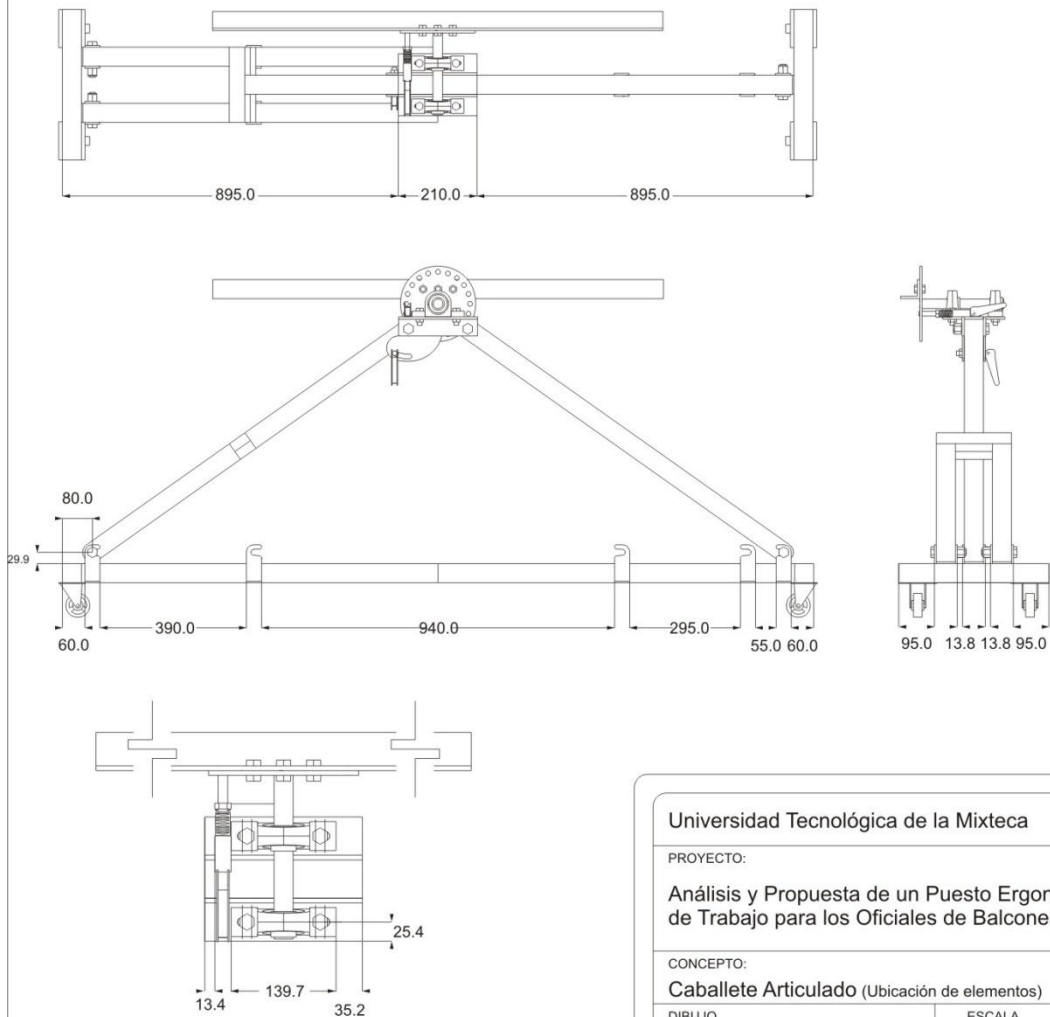
1 DE 13

d) Puente extensible



- 19. Riel superior
- 20. Riel inferior
- 21. Ancla del puente
- 22. Perno de ajuste
- 23. Manivela y leva
- 24. Punto de apoyo

Ubicación de Elementos



Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
2

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Caballete Articulado (Ubicación de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

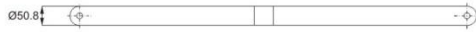
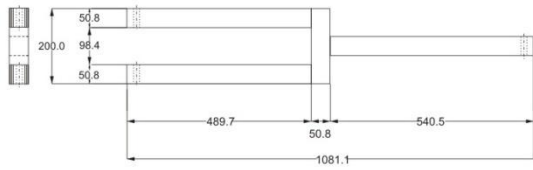
Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

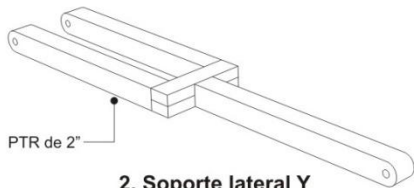
Sin escala

HOJA

2 DE 13



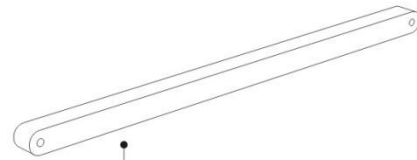
Barrenar con una broca de 5/8"



2. Soporte lateral Y

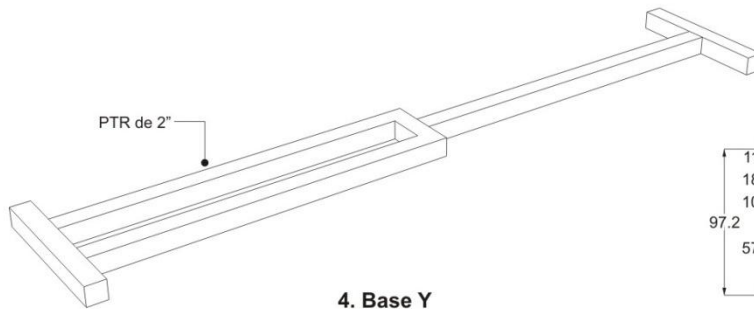
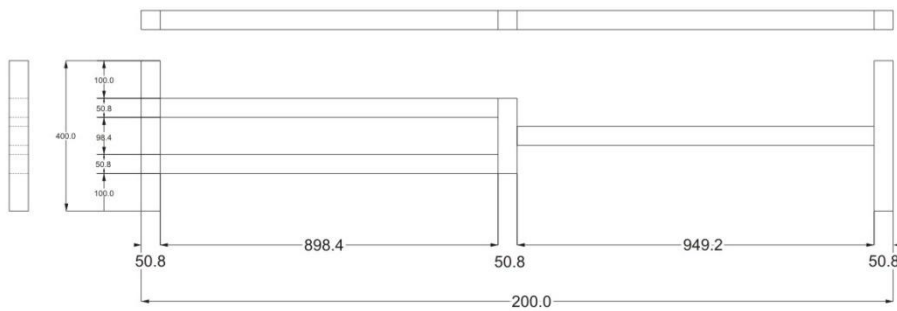


Barrenar con una broca de 5/8"



PTR de 2"

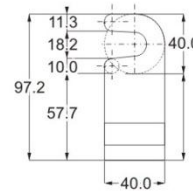
3. Soporte lateral I



PTR de 2"

4. Base Y

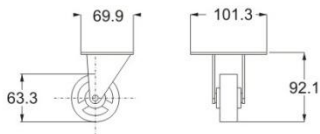
Solera de molino de 2" x 3/16"



Barrenar con una broca de 5/8"

5. Base de articulaciones móviles

Ruedecillas de Hierro colado



6-24. Ruedas

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO. **3**

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Elementos del Caballete Articulado

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

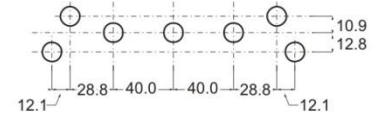
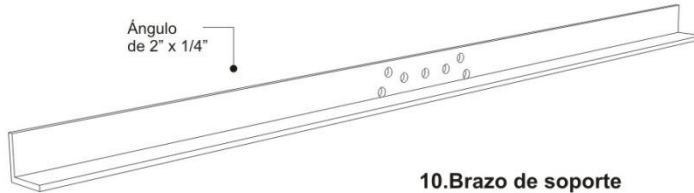
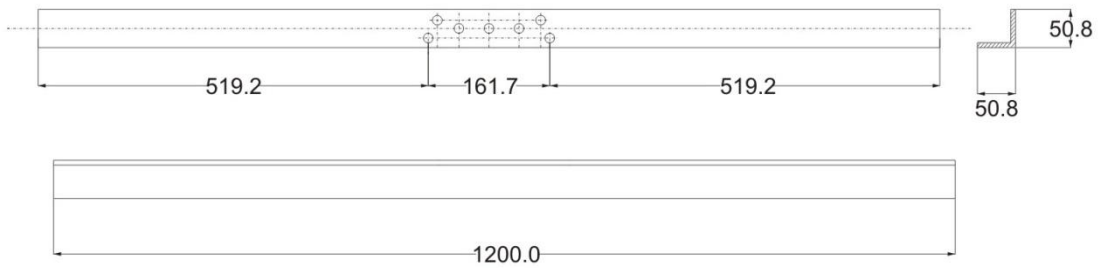
Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

Sin escala

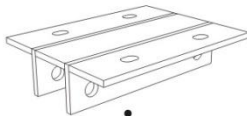
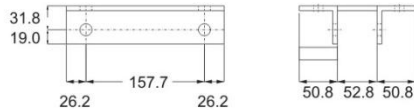
HOJA

3 DE 13



Barrenar con una broca de 1/2"
Detalle de Ubicación de los barrenos

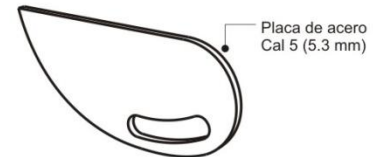
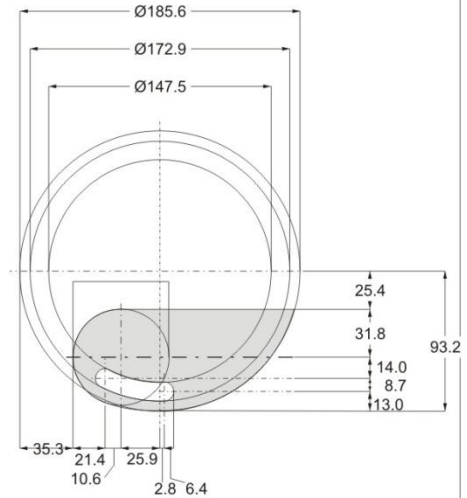
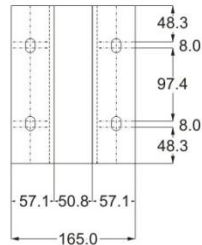
10. Brazo de soporte



Placa de acero Cal 5 (5.3 mm)

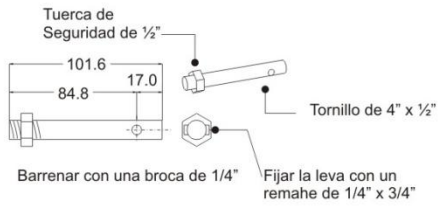
Barrenar con una broca de 1/2"

1. Base de chumacera



Barrenar con una broca de 1/2"

7. Ancla



8-22. Perno de sujeción

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO. **4**

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Elementos del Caballete Articulado

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

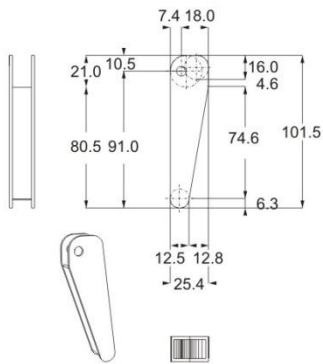
Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

Sin escala

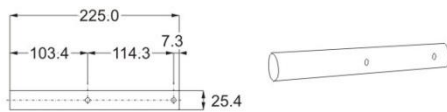
HOJA

4 DE 13



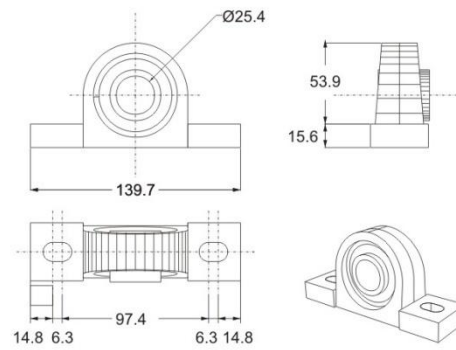
Barrenar con una broca de 1/4"

9-18- 23. Manivela y leva

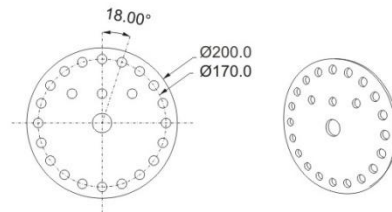


Barrenar con una broca de 1/4"
a una profundidad de 3 mm.

12.Eje de rotación

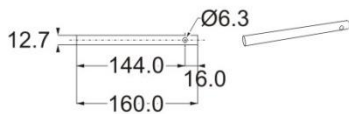


11.Chumacera



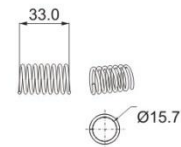
Barrenar con una broca de 1/2"

13.Disco de freno

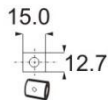


Barrenar con broca de 1/4"

14.Pasador

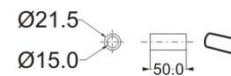


15.Resorte de reposicionamiento



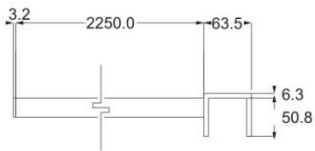
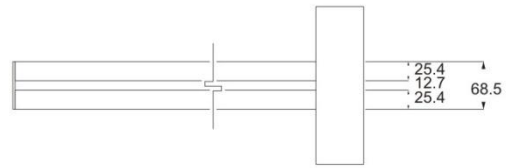
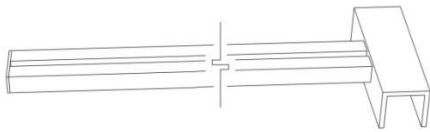
Barrenar con una broca de 1/4"

16.Tope del resorte

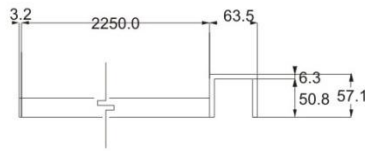


17.Guia

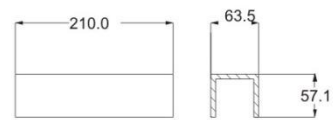
Universidad Tecnológica de la Mixteca		DIBUJO NO. 5
PROYECTO: Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería		
CONCEPTO: Eelementos del Caballete Articulado	ACOTACIÓN mm	
DIBUJO Rómmel Coronel Gracia	ESCALA Sin escala	HOJA 5 DE 13



19.Riel superior



20.Riel inferior



21.Ancla del puente

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
6

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Elementos del Caballete Articulado

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

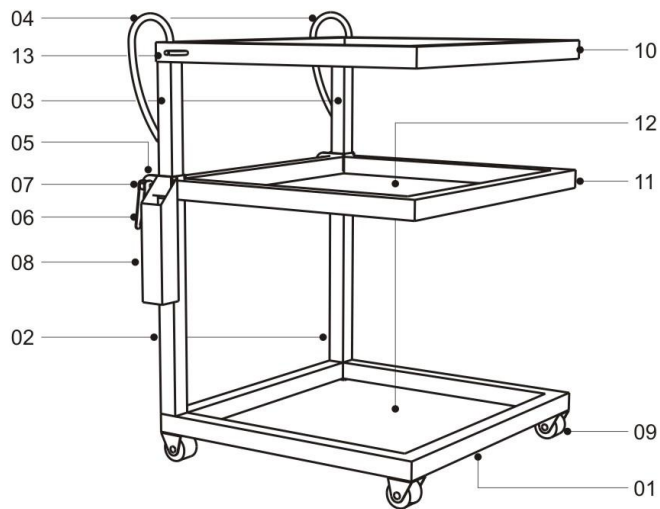
Sin escala

HOJA

6 DE 13

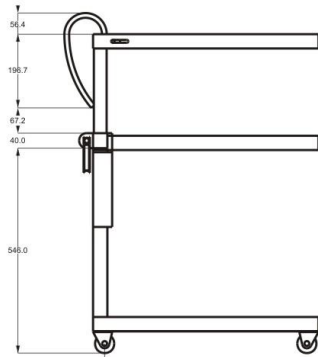
ANEXO 9. Planos / Mesa Auxiliar

Descripción de Elementos

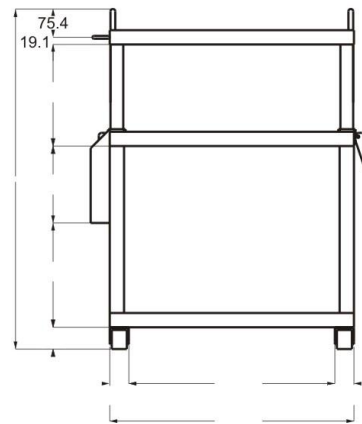


1. Base / charola
2. Soportes laterales
3. Extensiones
4. Jaladeras
5. Abrazadera
6. Manivela / leva
7. Perno de sujeción
8. Contenedor de electrodos
9. Ruedecillas
10. Charola Superior
11. Charola Intermedia
12. Superficie de charola
13. Base para el porta-electrodos

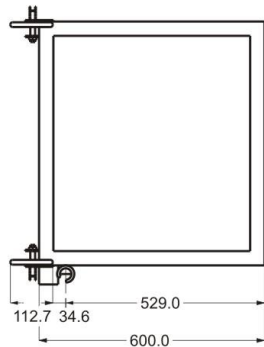
Proyecciones



Vista lateral derecha



Vista Frontal



Vista Superior

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
1

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Mesa Auxiliar (Descripción de elementos)

ACOTACIÓN
mm

DIBUJO

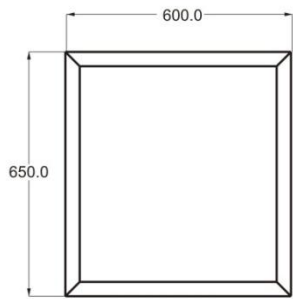
Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

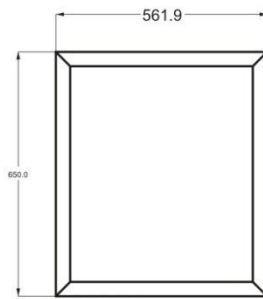
sin escala

HOJA

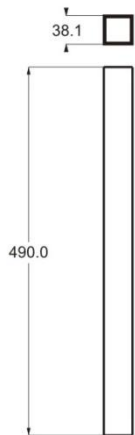
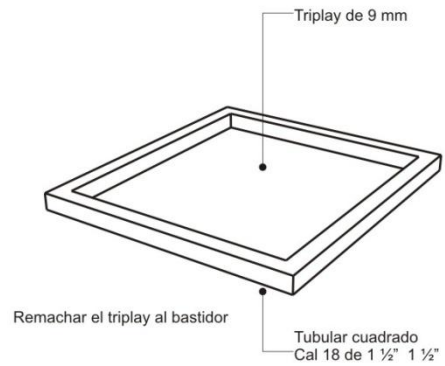
7 DE 13



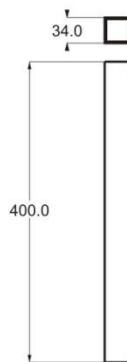
1.Base / Charola
10.Charola Superior



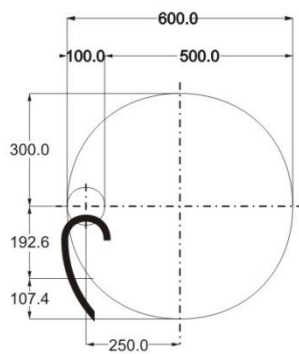
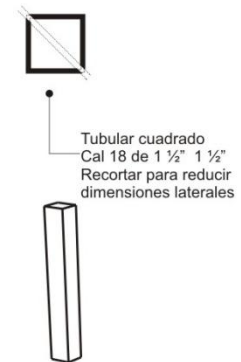
11.Charola Intermedia



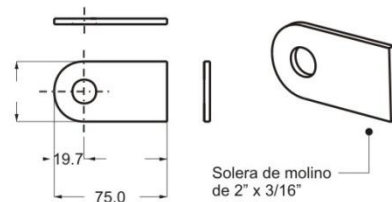
2.Soportes laterales



3.Extensiones



4.Jaladeras



5.Abrazadera

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO. **2**

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Mesa Auxiliar (Descrpición de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

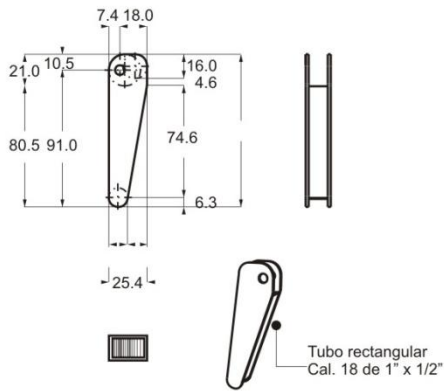
Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

sin escala

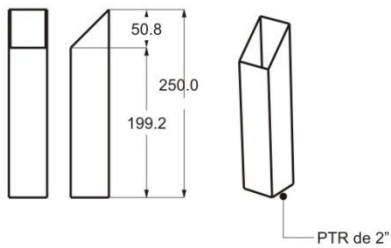
HOJA

8 DE 13

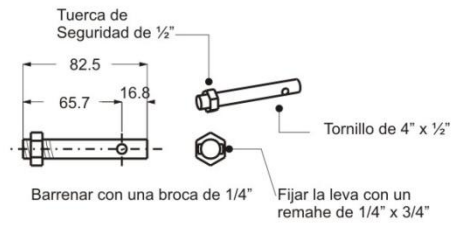


Barrenar con una broca de 1/4"

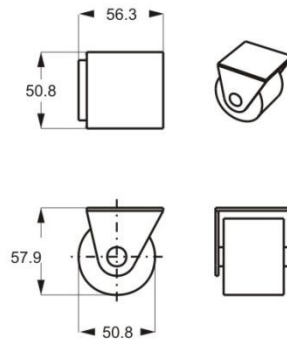
6. Manivela / leva



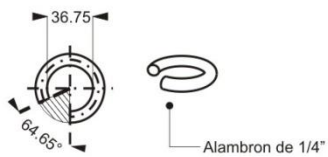
8. Contenedor de electrodos



7. Perno de sujeción



9. Ruedecillas



13. Base para el porta-electrodos

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
3

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Mesa Auxiliar (Descrpición de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

Rómmel Coronel Gracia

ESCALA

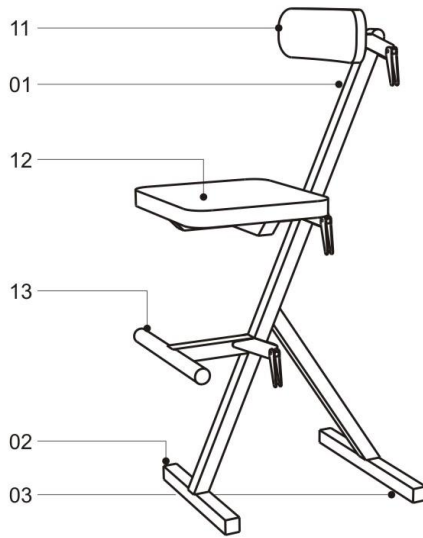
sin escala

HOJA

9 DE 13

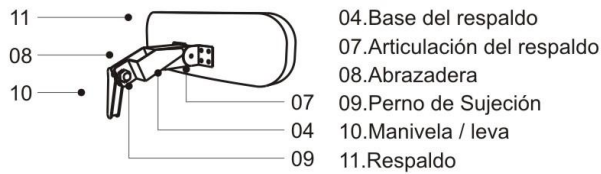
ANEXO 10. Planos / Asiento de Apoyo

a) Estructura Principal de Soporte



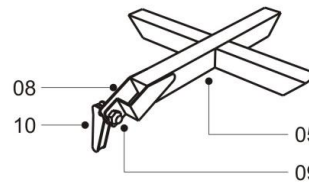
- 01.Base Y
- 02.Soporte frontal
- 03.Soporte posterior
- 11.Respaldo
- 12.Asiento
- 13.Reposapiés

b) Elementos de sujeción del respaldo



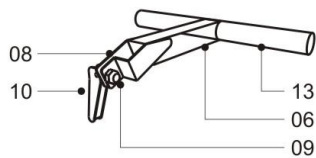
- 04.Base del respaldo
- 07.Articulación del respaldo
- 08.Abrazadera
- 09.Perno de Sujeción
- 10.Manivela / leva
- 11.Respaldo

c) Elementos de sujeción del asiento



- 05.Base del asiento
- 08.Abrazadera
- 09.Perno de Sujeción
- 10.Manivela / leva

d) Elementos de sujeción del Reposapiés



- 06.Base del reposapiés
- 08.Abrazadera
- 09.Perno de Sujeción
- 10.Manivela / leva
- 13.Reposapiés

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
01

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Asiento de Apoyo (Ubicación de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO

Rómmel Coronel Gracia

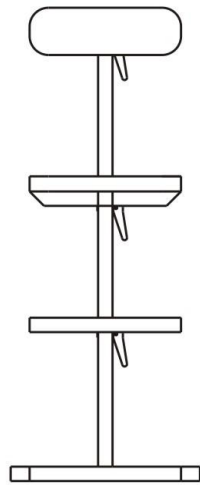
ESCALA

1:20

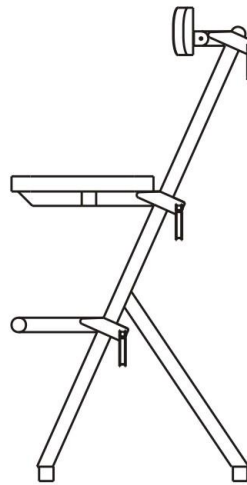
HOJA

10 DE 13

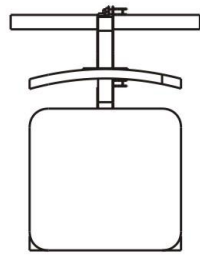
Proyecciones



Vista Frontal

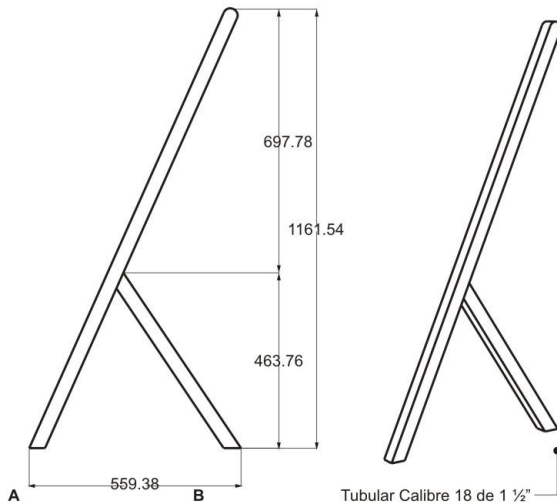


Vista lateral derecha

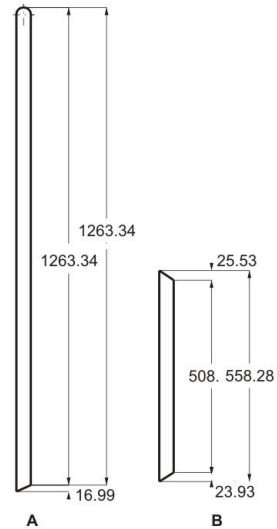


Vista Superior

Elementos



01.Base Y



A

B

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO.
02

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Asiento de Apoyo (Descripción de elementos)

ACOTACIÓN
mm

DIBUJO

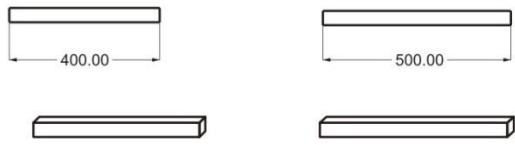
ESCALA

1:20

Rómmel Coronel Gracia

HOJA

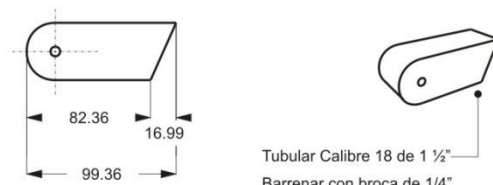
11 DE 13



Tubular Calibre 18 de 1 1/2"

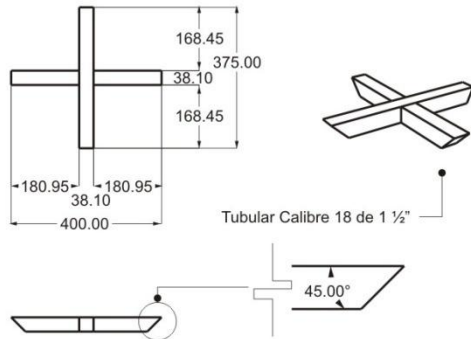
02.Soporte frontal

03.Soporte posterior

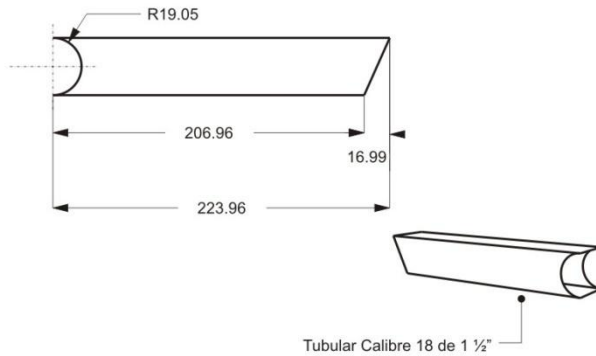


Tubular Calibre 18 de 1 1/2"
Barrenar con broca de 1/4"

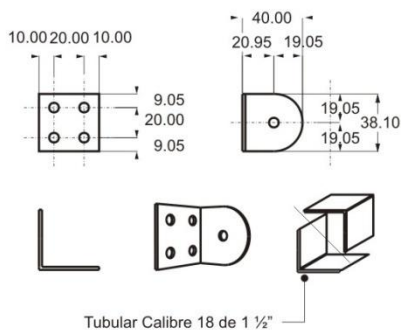
04.Base del respaldo



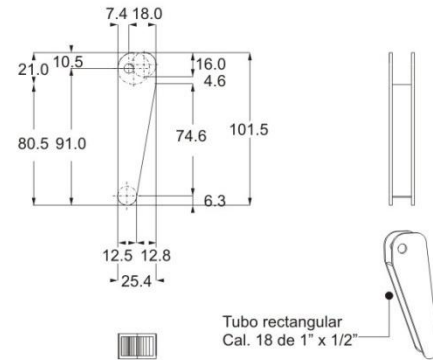
05.Base del asiento



06.Base del reposapiés

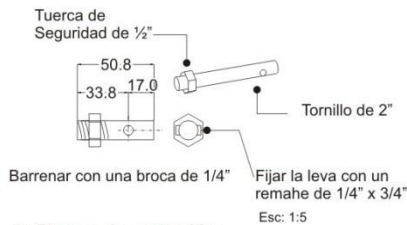


07.Articulación del respaldo



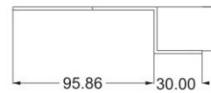
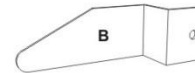
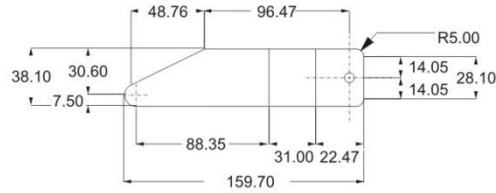
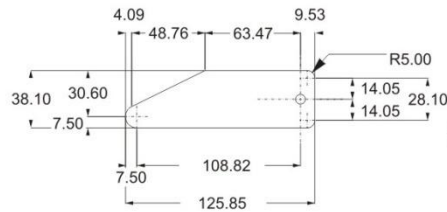
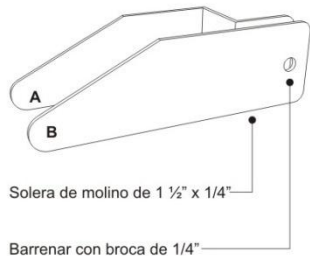
Barrenar con una broca de 1/4"

10. Manivela y leva



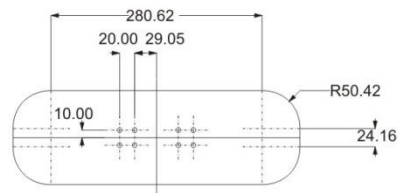
9. Perno de sujeción

Universidad Tecnológica de la Mixteca		DIBUJO NO. 03
PROYECTO: Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería		
CONCEPTO: Asiento de Apoyo (Descripción de elementos)	ACOTACIÓN mm	
DIBUJO Rómmel Coronel Gracia	ESCALA 1:20	HOJA 12 DE 13



Doblar la solera de acuerdo a las siguientes dimensiones

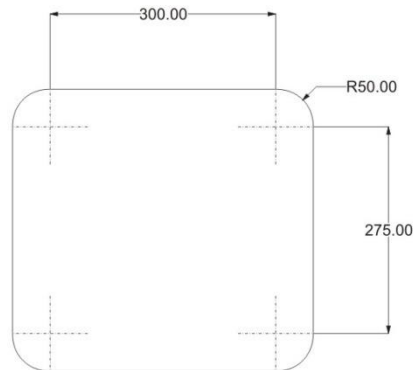
08. Abrazadera



Acojinado de Espuma de poliéster de 3 cm de espesor
Tapizado con tela de poliéster en color negro

11. Respaldo

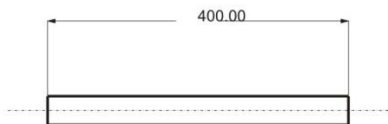
Triplay de 9mm



Acojinado de Espuma de poliéster de 3 cm de espesor
Tapizado con tela de poliéster en color negro

12. Asiento

Triplay de 9mm



Tubo ced 30 de 1"

13. Reposapiés

Universidad Tecnológica de la Mixteca

DIBUJO NO. 04

PROYECTO:

Análisis y Propuesta de un Puesto Ergonómico de Trabajo para los Oficiales de Balconería

CONCEPTO:

Asiento de Apoyo (Descripción de elementos)

ACOTACIÓN

mm

DIBUJO Rómmel Coronel Gracia

ESCALA 1:20

HOJA 13 DE 13