

**ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LABORATORIO DE PROTOTIPAJE RAPIDO
EXPERIMENTAL**

DI. PAULA ANDREA MIRANDA VILLEGAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL

INFORME DE PROYECTO DE GRADO

2011

**ESTACION DE TRABAJO PARA LABORATORIO DE PROTOTIPAJE RAPIDO
EXPERIMENTAL**

**Proyecto de grado para acceder al título de Diseñadora Industrial en modalidad de
prototipo final**

DI. PAULA ANDREA MIRANDA VILLEGAS

Asesor

DI. GUSTAVO PEÑA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL

INFORME DE PROYECTO DE GRADO

2011

AUTORIZACIÓN

Yo **PAULA ANDREA MIRANDA VILLEGAS** mayor de edad, vecino de Pereira, identificado con la Cédula de Ciudadanía N° **1088261644** de **PEREIRA** actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de tesis X, monografía _____, trabajo de grado____, informe de práctica empresarial _____, denominado: **ESTACIÓN DE TRABAJO PARA LABORATORIO DE PROTOTIPAJE RÁPIDO EXPERIMENTAL**.

Presentado como requisito para optar el título de **DISEÑADORA INDUSTRIAL**, en el año **2012**, hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) y los demás derechos comprendidos en aquellos, que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. También autorizo a que dicha obra sea incluida en bases de datos. Esta autorización la hago siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito a mi trabajo como autor.

Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y tiene la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Firma (s),

CC.

CC.

Pereira, _____ de 2012

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	4
TABLA DE ILUSTRACIONES	6
SÍNTESIS.....	8
INTRODUCCIÓN	10
EL PROBLEMA	12
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVOS	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
EL REFERENTE	17
REFERENTE TEÓRICO.....	17
Prototipado rápido	17
Puesto de trabajo y ergonomía.	19
Antropometría	26
NORMATIVIDAD	29
MARCO REFERENCIAL	30
Experiencia con Micro Draw	30
Fase 1 Micro –Draw.....	30
Fase 2 Rep Rap.....	33
Fase 3 Prototipadora.....	35
ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ANALÓGICO	36
Conclusiones análisis tipológico	39
CASOS DE ESTUDIO.....	40
Conclusiones análisis casos de estudio	52
Descripción del espacio (tentativo) antes del proyecto.	53
METODOLOGÍA	57
REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	60

ALTERNATIVAS DE DISEÑO	64
ALTERNATIVA SELECCIONADA	72
Concepto de diseño	72
DESARROLLO DE MAQUETA	75
CORRECCIONES	77
USABILIDAD	78
PLANOS TÉCNICOS GENERALES	81
Vista en perspectiva	81
Vista superior	82
Vista frontal.....	83
Vista lateral derecha	84
EXPLOSIÓN.....	85
Base fija.....	85
Bases móviles.....	87
ETAPA DE PRODUCCIÓN.....	88
DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	88
PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO	96
Propuesta línea de producción.....	96
COSTOS	99
Costeo prototipo	99
Plan de costos para 10 unidades	100
CONCLUSIONES	104
BIBLIOGRAFÍA.....	108

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ejemplo de prototipo estructural (Gibbons, 2006)	18
Figura 2. Modelos en ABS y yeso.....	18
Figura 3. Diagrama de Gantt (Técnicas de planificación, 2010).....	20
Figura 4. Clasificación de puestos de trabajo (Sasson, 2005)	21
Figura 5. Generalidades en puesto de trabajo de posición sedente (Slideshare, 2009)	25
Figura 6. Movimientos y dimensiones (Slideshare, 2009).....	25
Figura 7. Medidas antropométricas (Slideshare, 2009).....	26
Figura 8. Formato evaluación OWAS	27
Figura 9. Clasificación Factores de riesgo (Sabina, 2011).....	28
Figura 10. Imágenes pertenecientes a la “carpeta digital”	30
Figura 11. Cabezal de ejecución multifuncional	31
Figura 12. Evidencia del proceso	32
Figura 13. Tarjetas electrónicas	32
Figura 14. Primer ensamble	33
Figura 15. Soportes en madera.....	34
Figura 16. Plataforma 1.....	34
Figura 17. Motor Z	35
Figura 18. Análisis de tipologías.....	36
Figura 19. Casos de Estudio.....	40
Figura 20. Vista superior.....	53
Figura 21. Vista perspectiva.....	54
Figura 22. General 1.....	55
Figura 23. General 2.....	56
Figura 24. Esquema metodológico Bruno Munari	58
Figura 25. Diagrama de Gantt	58
Figura 26. Esquema análisis actividades.....	59
Figura 27. Cuadro de requerimientos	61
Figura 28. Alternativas de diseño.....	64
Figura 29. Alternativa escogida	72
Figura 30. Alternativa escogida 2	74
Figura 31. Maqueta 1	75
Figura 32. Maqueta 2	76
Figura 33. Maqueta 3	76
Figura 34. Corrección vitrina	77
Figura 35. Usabilidad 1	78
Figura 36. Usabilidad 2	78

Figura 37. Usabilidad 3	79
Figura 38. Usabilidad 4	80
Figura 39. Perspectiva 1	81
Figura 40. Perspectiva 2	81
Figura 41. Superior 1.....	82
Figura 42. Superior 2.....	82
Figura 43. Frontal 1	83
Figura 44. Frontal 2.....	83
Figura 45. Lateral derecha.....	84
Figura 46. Despiece base fija 1	85
Figura 47. Despiece base fija 2	86
Figura 48. Despiece base móvil	87
Figura 49. Cortes	88
Figura 50. Ensamble 1.....	89
Figura 51. Ensamble 2.....	90
Figura 52. Cajones base fija	90
Figura 53. Acople.....	91
Figura 54. Ensamble rieles	92
Figura 55. Base móvil	93
Figura 56. Resane.....	94
Figura 57. Pintura.....	95
Figura 58. Costeo prototipo.....	99
Figura 59. Proyección de costos.....	100
Figura 60. Aplicación método owas.....	104

SÍNTESIS

Este artículo muestra una propuesta de investigación formativa sobre el desarrollo e implementación de una prototipadora rápida experimental y su respectiva estación de trabajo, con la cual se pretende mejorar el proceso proyectual llevado a cabo en los talleres de diseño del programa de Diseño Industrial de la UCP, al posibilitar la generación de mejores prototipos. La metodología consiste en la recopilación de información pertinente, aplicación y desarrollo de prototipo correspondiente a la información antes mencionada, validación de prototipo inicial, desarrollo y ensamble de prototipo experimental y reconocimiento de componentes eléctricos y/o electrónicos necesarios para la puesta en marcha de la máquina. Los resultados más importantes son el diseño y desarrollo de una mesa de coordenadas funcional, el ensamble mecánico de la máquina de prototipaje y los diferentes reconocimientos en los eventos a los que ha asistido el grupo de investigación.

Palabras claves: Investigación formativa, Diseño Industrial, Estación de trabajo, Prototipado Rápido.

ABSTRACT

This paper shows a proposal for formative research on experimental rapid prototyping development and implementation of an experimental fast prototyping and their respective workstation which aims to improve the design process carried out in the workshops program industrial design UCP by enabling the generation of prototypes quickly, efficiently, with good finishes and applying appropriate technologies. This is an ongoing investigation applied type, which has been developing since 2008, then presents the

methodology carried out by the research group, which consists in gathering relevant information, application and development of prototype model to the above information, validation of initial prototype, prototype development and pilot assembly and recognition of electrical or electronics needed for the implementation of the machine. It raises also the most important results obtained during the investigation, as the design and development of a functional coordinate table, the mechanical assembly machine prototyping and several awards in the events I have attended the investigation group

Keywords: Formative research, Industrial design, Workstation, Rapid prototyping

INTRODUCCIÓN

Este proyecto recopila parte del proceso de investigación sobre el desarrollo e implementación de una máquina para prototipado rápido experimental realizado por estudiantes del programa de Diseño Industrial pertenecientes al semillero de investigación de la línea de investigación en tecnología y diseño del grupo de investigación diseño, tecnología y cultura del programa de diseño industrial de la UCP en categoría C de COLCIENCIAS.

De allí que el objetivo fundamental es la implementación del prototipaje dentro de los procesos curriculares del programa de diseño y por tanto se propone el diseño del contexto para su operación, mantenimiento y prestación de servicio a los estudiantes del programa bajo diferentes espacios y exigencias de uso (usabilidad).

Así, con la implementación de la máquina y su respectivo espacio de trabajo, se pretende mejorar el proceso proyectual llevado a cabo en los talleres de diseño del programa de Diseño Industrial de la UCP, al posibilitar la generación de prototipos. La metodología consiste en la recopilación de información pertinente, aplicación y desarrollo de prototipo correspondiente a la información antes mencionada, validación de prototipo inicial, desarrollo y ensamble de prototipo experimental y reconocimiento de componentes eléctricos y/o electrónicos necesarios para la puesta en marcha de la máquina.

Para llegar a esto el semillero ha tenido un proceso y entre los resultados más importantes obtenidos hasta ahora, se encuentran el diseño y desarrollo de una mesa de coordenadas

funcional¹, el ensamble mecánico de la máquina de prototipaje y así mismo los diferentes reconocimientos en los eventos a los que ha asistido el semillero en representación grupo de investigación del programa de diseño industrial de la UCP.

¹ En las páginas 28- 30

EL PROBLEMA

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La investigación sobre prototipaje rápido experimental, empezó en el año 2008, el grupo de investigación estaba formado por 9 estudiantes de diseño industrial y 3 docentes del programa, para finales del mismo año, el grupo estaba reducido a solo 3 estudiantes, Paula Andrea Miranda Villegas, Lowis Douglas Rico Millán y Juan Sebastián Arbeláez Ramírez y el acompañamiento permanente de dos docentes, Mg. Ingeniero Mecánico UTP Carlos Andrés Londoño Echeverri y Mg. Diseñador Industrial UNAL Félix Augusto Cardona Olaya.

A continuación se enumeran algunos de los resultados obtenidos durante estos años de investigación

- Participación en el seminario “GUIA SOBRE SOLUCIONES Y APLICACIONES A LA AUTOMATIZACIÓN” realizado en la Cámara de Comercio de Dosquebradas con una intensidad de 40 horas
- Se realizaron 3 visitas técnicas: “Tecno Parque 3” en la ciudad de Pereira y a “Tecno Parque 1” e industrias IMOCOM en la ciudad de Bogotá.
- El grupo asistió a las instalaciones del SENA Industria Dosquebradas, donde recibió capacitación sobre micro-controladores y donde tuvo un primer acercamiento al desarrollo de tarjetas electrónicas y este proceso culminó con la construcción de un microbot que consistió en mover y controlar dos ejes.

- Participación con ponencia y poster en los encuentros regional y nacional de semilleros del año 2009 donde se alcanzó reconocimiento meritorio, cuyos archivos reposan en el centro de investigaciones de la UCP.
- Publicación de artículo sobre el proyecto en la revista Grafías disciplinares de la UCPR N° 8 en octubre del 2009.
- Ponencia en el encuentro local de semilleros de investigación, llevado a cabo en la U.C.P durante el primer semestre del año 2011.
- Ponencia en el encuentro regional de semilleros de investigación Rredsi, llevado a cabo en ciudad de Tuluá, los días 6 y 7 de Octubre de 2011

El desarrollo físico y la implementación funcional de esta máquina, permitirá que los procesos proyectuales de los estudiantes, sean desarrollados en su totalidad y la construcción de los prototipos a los que estos conllevan sea un proceso prácticamente automatizado.

De esta manera, el estudiante podrá disminuir el tiempo empleado en la construcción del mismo, dando a conocer de antemano las especificaciones formales, dimensionales, configuracionales e incluso funcionales del proyecto de acuerdo a modos mucho más cercanos a los contextos tecnológicos actuales.

Durante el desarrollo de la fase estructural de la máquina, el equipo de investigación, encontró dificultades en la ubicación de esta para su uso habitual por parte de estudiantes del programa de diseño pues el trabajo actualmente no puede ser llevado a cabo bajo buenas condiciones infraestructurales y así mismo los clientes potenciales no pueden ser recibidos en el área de trabajo de manera segura para ellos ni para la misma máquina,

además algunos elementos y piezas exigen condiciones básicas de almacenaje para que operen y se conserven de la mejor manera posible.

Por tanto, se hace necesario y casi obligatorio, el desarrollo de una estación de trabajo que permita un entorno adecuado para las diferentes actividades que tienen relación con el uso y la investigación en Prototipaje Rápido Experimental que dentro de la formación como diseñadores industriales es importante debido a las dinámicas de la disciplina dentro de los entornos actuales de la industria y sus diferentes sectores y empresas, de allí que para dar fin a esta etapa de implementación de la prototipadora se formule la estación de trabajo como trabajo de grado para acceder al título de diseñadora industrial y dar fin a un ciclo investigativo de una temática pertinente desde el semillero de investigación CODIGO B.

Adicionalmente es una forma de garantizar la óptima continuidad y resultados de los procesos investigativos que se vienen desarrollando desde hace 4 años, además este tipo de iniciativas son la única forma de promover y/o gestionar el desarrollo y oferta tecnológica con la que se cuenta en la ciudad y de generar capital en conocimiento tanto regional como nacional.

Como resultado de la primera fase de la investigación, se encuentra que la región NO cuenta actualmente con este tipo de servicios, por tal motivo, los usuarios interesados en el mismo, podrían tener a su disposición este servicio dentro de la UCP en vez de buscar servicios externos, podrían tener mayor cercanía y accesibilidad a estos procesos para lograr sensibilizar al medio productivo con este tipo de elementos que generan

competitividad regional, lo que permitiría un impacto mucho más idóneo hacia el contexto desde la academia, y más aun desde el ejercicio investigativo de los estudiantes.

Lo anteriormente planteado puede ser definido como procesos de SPIN OFF de tipos académicos o industriales, que consisten en la “creación de actividades económicas a partir de otras empresas o instituciones educativas existentes, que con su apoyo y supervisión, adquieren independencia y viabilidad propias.” (CEIARAGON, 2012); Este tipo de procesos son implementados y cobran su importancia ya que su objetivo primario, es brindar apoyo a los estudiantes, empresas y/o trabajadores que quieren diseñar y ejecutar proyectos empresariales con la intención de desarrollar y ofrecer productos y servicios que respondan a necesidades puntuales en este caso desde el diseño industrial.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar una estación de trabajo adecuada para el desarrollo y funcionamiento de la máquina de prototipaje rápido experimental desarrollada por el semillero de investigación en tecnología y diseño de la UCP, CODIGO B, dentro del laboratorio de prototipaje.

Objetivos específicos

- Generar un puesto/entorno de trabajo con condiciones ergonómicas ideales para el desarrollo de la actividad específica.
- Configurar una distribución eficiente de todos los elementos necesarios dentro del espacio de trabajo.
- Establecer espacios óptimos y suficientes para el almacenaje de piezas.

EL REFERENTE

REFERENTE TEÓRICO

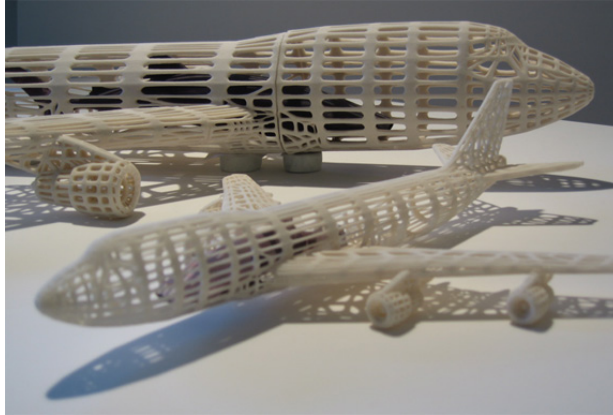
Los siguientes ítems han sido desarrollados con el fin de dar un panorama del abordaje teórico de este proyecto.

Prototipado rápido

Cada vez es más común y necesario, que las empresas implementen y/o se apoyen en diferentes procesos tecnológicos durante el desarrollo de casi todas las actividades académicas, investigativas y laborales, sin embargo, para disciplinas como el diseño industrial, conocer y aplicar dichos procesos, consiste en un paso indispensable, en el diseño; la tecnología se convierte en una importante herramienta de trabajo, todo con el fin de hacer más eficientes los canales de comunicación con el usuario.

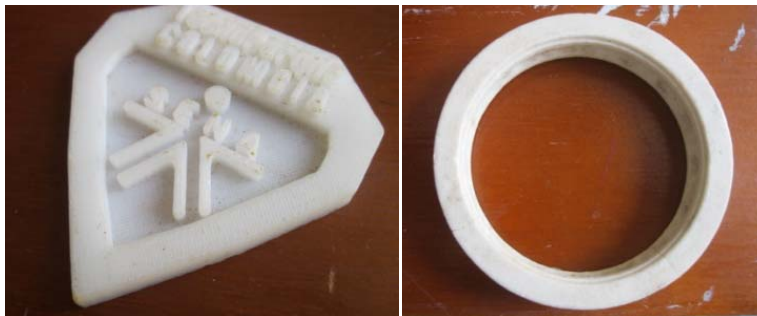
En los últimos años ha surgido una nueva familia de máquinas innovadoras que permite, con diferentes tecnologías y materiales, obtener prototipos de manera precisa y relativamente rápida, a partir de piezas diseñadas o generadas en distintos software de diseño 3D; Estas máquinas, conocidas como máquinas de prototipado rápido, posibilitan obtener piezas físicas, acabadas de modo automático, con formas y dimensiones reales con grados de complejidad y cantidad de detalles casi imposibles de obtener con los métodos de construcción manuales o herramientas convencionales.

Figura 1. Ejemplo de prototipo estructural (Gibbons, 2006)



Estas máquinas proporcionan al usuario (en este caso estudiantes de diseño), mayor velocidad y menor costo en la obtención de prototipos, esto comparado con los procesos tradicionales de fabricación; los sistemas de prototipado surgen inicialmente en 1987 con el proceso de estereolitografía de la empresa norteamericana 3D Systems que a diferencia de los procesos de fabricación que sacan material de la pieza en bruto, para obtener el modelo deseado, los sistemas de prototipado rápido generan la pieza a partir de la unión aditiva de líquidos, capa por capa. Estas maquinas fabrican piezas en plásticos, yeso, cerámica o metales.

Figura 2. Modelos en ABS y yeso.



Los modelos fabricados por este tipo de máquinas, son útiles para estudio de formas y evaluación de la aceptación de futuros productos por parte del mercado potencial, o pueden

cumplir con algunos de los requerimientos mecánicos que tendrá la pieza definitiva (producto), ofreciendo en este caso la posibilidad de realizar pruebas funcionales, facilitando la relación y/o comunicación entre clientes y diseñador. Para garantizar que los procesos sean exitosos o por lo menos adecuados y previsibles tanto para el usuario como para el diseñador, cada una de las actividades o acciones mencionadas deben ser desarrolladas dentro de entornos aptos para tal fin.

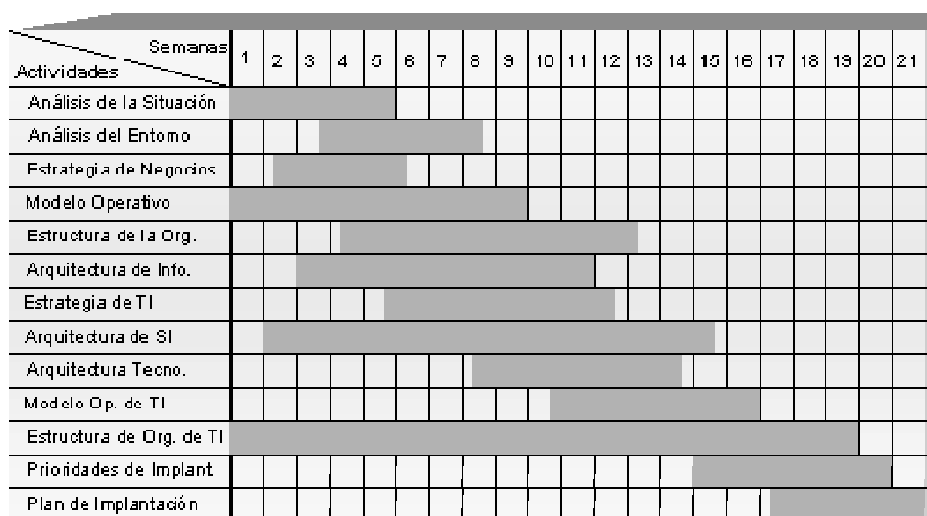
Puesto de trabajo y ergonomía.

El trabajo elaborado por el ingeniero Industrial René Sasson Rodes, denominado “El puesto de trabajo”, contribuyó en gran medida al desarrollo de este ítem dentro del marco teórico, por lo tanto será referido en la bibliografía del proyecto.

Todos los trabajos deben tener un puesto de trabajo, entendiendo este como el lugar físico donde se desarrolla una tarea o actividad laboral determinada; en el que el trabajador se encuentre cómodo, y tenga todas las herramientas de trabajo cerca y fáciles de encontrar y emplear pues estas son finalmente las que le permiten desarrollar las actividades laborales de manera idónea. El desarrollo de cualquier trabajo, es considerado universalmente como un modo de expresión de las capacidades físicas y psicológicas del ser humano y es además una necesidad vital del hombre en su desarrollo como individuo social. Personajes como, Frederick W. Taylor, desarrollaron estudios y experimentos acerca de los movimientos que se realizan para cumplir con un trabajo. Uno de los resultados más representativos, fue un sistema basado en el concepto de tarea, en el que se proponía que la administración de cada empresa debía encargarse de planear el trabajo de sus empleados

con tiempo de anticipación, además, impartirle las instrucciones o la inducción pertinente en la que describieran sus tareas y finalmente, debía proporcionarle los medios y herramientas que el operario pudiera necesitar durante el desarrollo una labor determinada. Por otra parte, Henry Gantt, discípulo de Tylor, hizo uno de los aportes más significativos relacionados con la planificación del trabajo denominado "Gráfico de Gantt" ejemplificado en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de Gantt (Técnicas de planificación, 2010)



Para continuar, se tomará la definición de puesto de trabajo del Ingeniero Industrial René Sasson Rodes que dice, “Se denomina puesto de trabajo a la parte del área de producción establecida a cada obrero y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso de producción.”(Sasson, 2005), en otras palabras, el puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se

efectúa el trabajo. El proceso de trabajo, se clasifica en tres componentes importantes que son:

- Medios de trabajo: A esta categoría, pertenecen todas aquellas herramientas que usa la persona durante el desarrollo de su trabajo.
- Objeto de trabajo: Este se sintetiza en la razón de ser del proceso de trabajo, se refiere a la finalidad u objetivo que tiene la línea productiva.
- Fuerza de trabajo: Es la capacidad del hombre para trabajar, la fuerza de trabajo es finalmente elemento que pone en movimiento a los medios de producción.

Los puestos de trabajo, independientemente de su naturaleza, pueden ser clasificados según diferentes criterios tal como se muestra en la ilustración 4.

Figura 4. Clasificación de puestos de trabajo (Sasson, 2005)

CRITERIOS DE CLASIFICACION	TIPOS DE PUESTO
Grado de mecanización	Manuales
	Mecánico/Manuales
	Mecanizados
	Automatizados

Cantidad de trabajadores y su agrupamiento	Individuales
	colectivos
Número de equipos que componen el puesto	Equipo único
	Multi equipado
Grado de especialización	Especializados
	Universales
Grado de movilidad	Estacionarios
	Móviles

Además, sin importar la categoría a la que pertenezca un determinado puesto de trabajo, debe cumplir con unos requerimientos mínimos que permitan el buen desempeño de las labores por parte del operario, entre los que se encuentran:

- Abastecimiento del puesto de trabajo. Se refiere a la garantía de tener absolutamente todos los medios de trabajo (herramientas) necesarios para la realización de la actividad.
- Planificación, es decir que la estación de trabajo, debe contar con una distribución correcta, tanto horizontal como verticalmente de las herramientas,

insumos y objetos de trabajo, debe asegurarse la localización más cómoda de estos sin que implique gastos adicionales o innecesarios de trabajo ni de energía.

Las condiciones de trabajo, se sintetizan entonces en el conjunto de factores a los cuales está expuesto el trabajador durante el desarrollo de su trabajo, siempre estas condiciones deben adaptarse al hombre y no al contrario; Se ha demostrado en diferentes experimentos que al propiciar condiciones de trabajo ideales se mejoran considerablemente los niveles de prevención de accidentes y seguridad del trabajador, también se reduce el ausentismo y la impuntualidad y se mejora la percepción del sistema empresarial en general.

Según el estudio realizado en Ingeniería Industrial Tomo I Métodos, tiempo y movimientos se deben tener en cuenta algunos factores para permitir óptimas condiciones de trabajo, estas condiciones deben ser en la medida de lo posible cuantificadas para así apuntar a la seguridad laboral y se describen a continuación.

- Mejoramiento del alumbrado.

- Control de la temperatura.

- Ventilación adecuada.

- Control de ruido.

- Eliminación de elementos irritantes, nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.

- Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.

- Dotación del equipo necesario de protección personal.

Los factores anteriormente descritos, representan variables importantes en el momento de la ejecución de este proyecto. Otra de las consideraciones primordiales a tener en cuenta durante el proceso de diseño y desarrollo de puestos o estaciones de trabajo, consiste en el análisis detallado de los movimientos que debe realizar el trabajador mientras desarrolla la actividad laboral, al hacer este tipo de análisis, se permite determinar y posteriormente eliminar todos aquellos movimientos ineficientes propiciando así que se efectúen solo los movimientos o acciones eficientes para mejorar los procesos productivos.

Después de estudiar algunas evaluaciones de diferentes puestos de trabajo realizadas por estudiantes de diseño industrial de la U.C.P en la materia ergonomía de producción, es posible concluir que las causas más concurrentes cuando se presentan problemas de seguridad laboral, son:

- Asientos mal diseñados.

- Permanecer de pie durante mucho tiempo.

- Tener que extender demasiado los brazos para alcanzar los objetos.

- Una iluminación insuficiente que obliga al trabajador a acercarse demasiado al plano o superficie de trabajo.

- Mala organización del trabajo.

-Mala distribución de las herramientas dentro del espacio de trabajo.

Por tanto, estas conclusiones, deberán ser tenidas en cuenta durante la especificación de los determinantes de diseño.

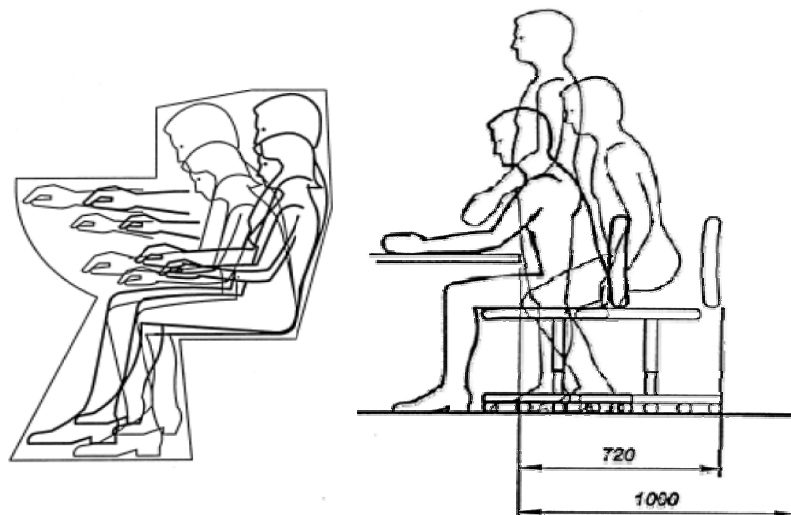
En cuanto a los factores ergonómicos en el puesto de trabajo, se analizaron las posiciones tomadas por los empleados en el momento en que se desarrolla la actividad laboral.

Figura 5. Generalidades en puesto de trabajo de posición sedente (Slideshare, 2009)



Igualmente, se toman en consideración los movimientos que se efectúan durante dicho proceso, algunos se presentan más adelante en este documento.

Figura 6. Movimientos y dimensiones (Slideshare, 2009)

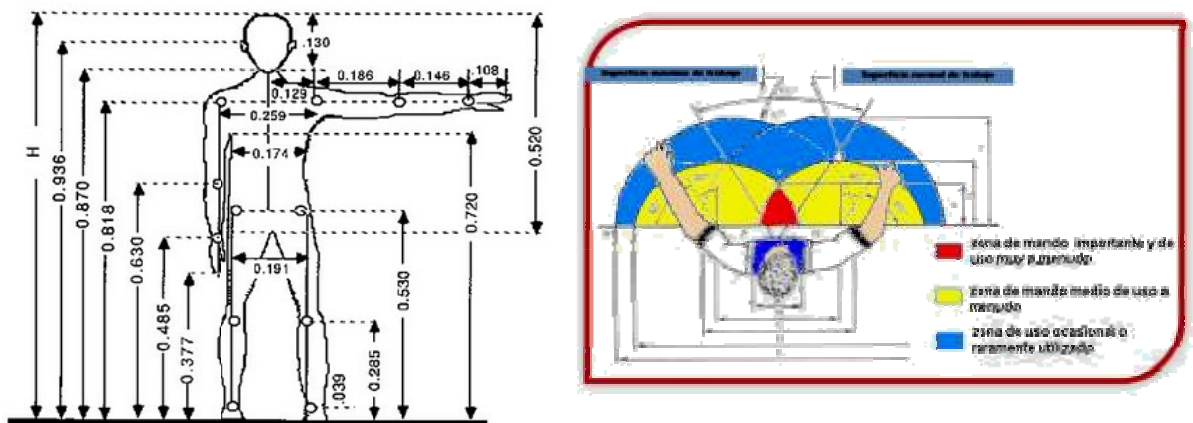


Antropometría

Otro concepto indispensable para el desarrollo de este proyecto es la antropometría, esta puede ser clasificada en dos grupos, el primero de ellos es la antropometría estática que es la encargada de estudiar las medidas del cuerpo humano en reposo, en sus diferentes posiciones, de pie o sentado; el segundo de los grupos, se refiere a la antropometría dinámica, que se ocupa de estudiar las medidas del cuerpo en movimiento y los alcances de este en los diferentes planos de trabajo (abajo, en medio, arriba, izquierda, derecha y diagonalmente); de esta manera, es posible plantear que la antropometría es importante y pertinente pues si no se tomaran en cuenta las características físicas y las determinantes y limitantes que esta proporciona, sería imposible diseñar una estación de trabajo ergonómicamente aceptable.

En respuesta a lo anteriormente planteado, se presenta en la ilustración 7 las medidas antropométricas estáticas para usuarios ubicados dentro del percentil 50%.

Figura 7. Medidas antropométricas (Slideshare, 2009)



Para complementar y validar los componentes ergonómicos de este proyecto, se aplicará también la metodología OWAS (Ovako Working Analysis System/sistema de análisis para

posturas de trabajo) propuesto por los autores finlandeses Osmo Karhu, Pekka Kansu y Liikka Kuorinka; consiste en un método destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Su aplicación, proporciona buenos resultados, tanto en la mejora de la comodidad de los puestos, como en el aumento de la calidad de la producción debido a las mejoras aplicadas; por esto, el OWAS es considerado y reconocido como “el método de carga postural por excelencia”.

Para ejecutar este método se analiza cada variación o posición de la espalda, los brazos y las piernas, a cada una de ellas se le asigna un valor del 1 al 4 según el factor de riesgo como se muestra en la figura 8, y finalmente se aplican los correctivos necesarios según el factor de riesgo descrito en la figura 9.

Figura 8. Formato evaluación OWAS

POSICION		FACTOR DE RIESGO
ESPALDA	Derecha	
	Doblada	
	Con giro	
	Doblada y con giro	
BRAZOS	Ambos brazos por debajo del nivel de los hombros	
	Un brazo a la altura del hombro o más arriba	

	Ambos brazos a la altura de los hombros o más arriba	
PIERNAS	Sentado	
	Parado en las dos piernas rectas	
	Parado en una pierna recta	
	Parado o en cuclillas en dos piernas dobladas.	
	Parado o en cuclillas en una pierna doblada	
	Arrodillado	
	Caminando	

Figura 9. Clasificación Factores de riesgo (Sabina, 2011)

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
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.

NORMATIVIDAD

A continuación, se enlista la normatividad tenida parcialmente en cuenta para el desarrollo de la estación de trabajo para la prototipadora rápida experimental.

- NTC 5649/2008. Mediciones básicas del cuerpo humano, para diseño tecnológico

- NTC 5655 Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo

- Norma ISO 14738/2002. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.

MARCO REFERENCIAL

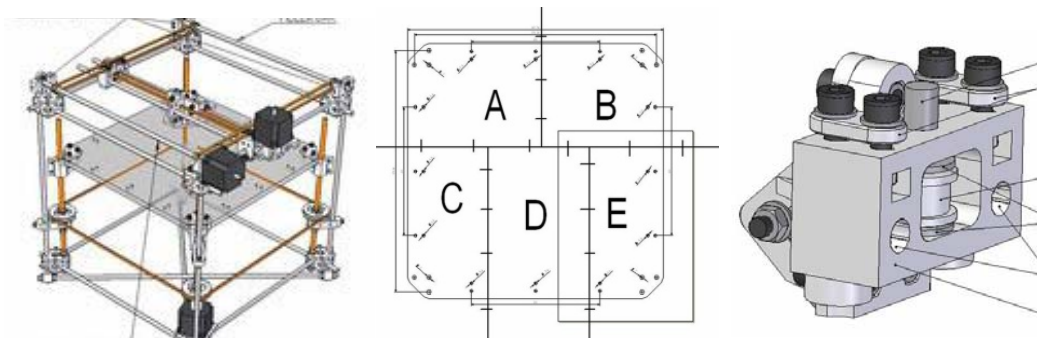
Experiencia con Micro Draw

El proceso investigativo del macro-proyecto de prototipaje, se planteó inicialmente en tres etapas de tipo experimental.

Fase 1 Micro –Draw.

Durante esta fase, se recolectó la información necesaria para la construcción de la máquina, tal como planimetría, especificaciones técnicas, tableros de conexiones entre otros, los cuales fueron consignados en una carpeta digital, con el fin de tener en orden todos los elementos necesarios para la construcción de la prototipadora.

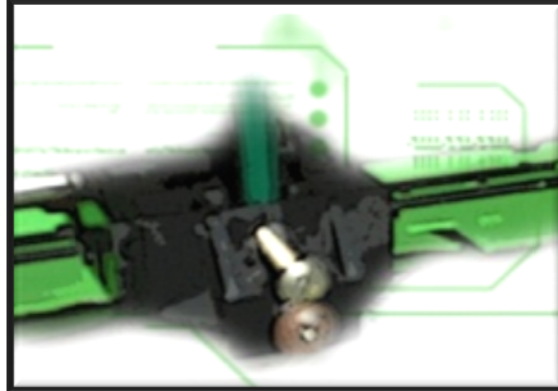
Figura 10. Imágenes pertenecientes a la “carpeta digital”



El resultado de esta fase fue una mesa de coordenadas que consta de dos ejes orientados desde un micro controlador programado en lenguaje C, este se refiere básicamente a un idioma artificial diseñado para formular órdenes codificadas que pueden ser desarrolladas por máquinas.

El desarrollo tecnológico y estructural de Micro_Draw, permite que el usuario acceda a diferentes funciones con solo cambiar el cabezal de ejecución, logrando así obtener y ofrecer un producto práctico y multifuncional.

Figura 11. Cabezal de ejecución multifuncional



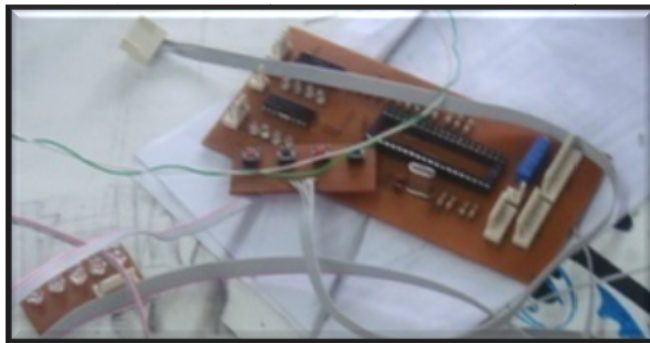
El objetivo general del proyecto denominado Micro Draw, fue diseñar y desarrollar una mesa de coordenadas integrando los principios básicos para una máquina de prototipado rápido. Los materiales, herramientas y recursos empleados para la construcción de la máquina, fueron soportes y bases de madera, rieles metálicos, motores paso a paso, piezas recicladas de impresora y se diseñaron y construyeron las tarjetas electrónicas que garantizaran su funcionamiento en gran porcentaje automatizado.

Figura 12. Evidencia del proceso



La metodología aplicada para llegar a micro_draw consistió en la documentación y capacitación proporcionada por estudiantes y docentes de mecatrónica del SENA industria Dosquebradas, posteriormente se realizó toda la construcción y montaje mecánico que garantizaría la precisión en el desarrollo de las funciones de la máquina y finalmente se procedió al diseño y construcción de las tarjetas electrónicas y todo su ensamble para la puesta en marcha.

Figura 13. Tarjetas electrónicas



Entre los resultados obtenidos de este proyecto, se encuentran el generar movimientos controlados de dos ejes partiendo del principio de funcionamiento de una máquina de prototipado rápido, además, Micro draw fue meritorio del reconocimiento a los dos mejores proyectos de taller III en el segundo semestre del año 2008 en la UCP. Finalmente, el diseño y desarrollo de esta mesa de

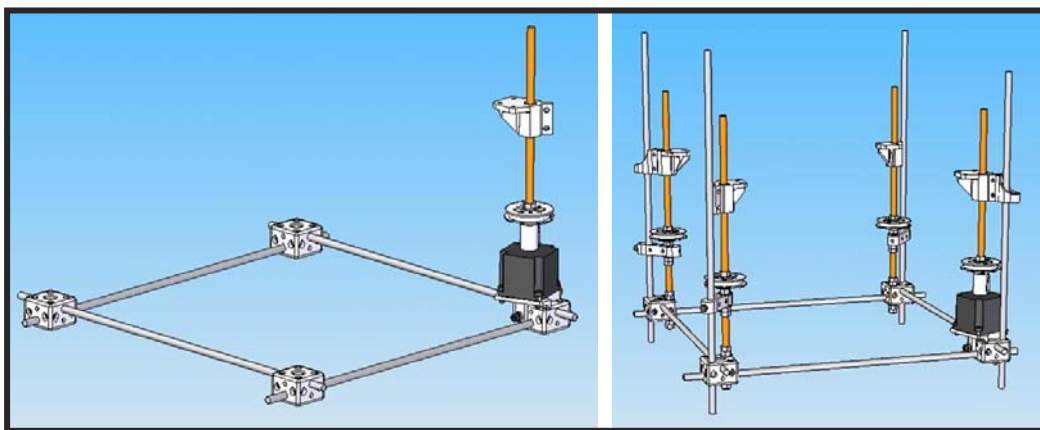
coordenadas, permitió un acercamiento teórico y práctico tanto de los componentes mecánicos como electrónicos de la máquina de prototipado rápido, con esto se obtienen los fundamentos para la realización y desarrollo del proyecto principal desarrollado actualmente por el semillero.

Fase 2 Rep Rap

En esta etapa del proyecto de investigación, después de recolectada la información, se comenzó con la construcción de un prototipo que contiene los tres ejes X, Y y Z, donde Z será el eje vertical.

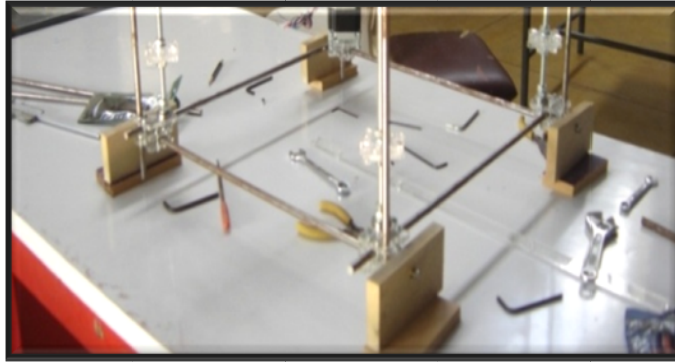
Una vez lista la planimetría correspondiente al “esqueleto” de la máquina, se ensamblaron las varillas principales de la prototipadora como se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Primer ensamble



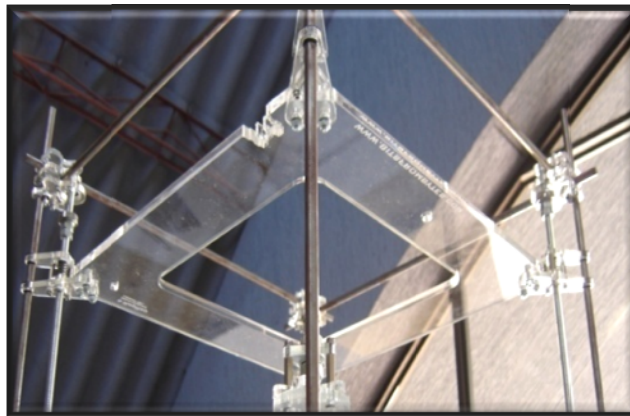
Luego fue necesario desarrollar 4 soportes en madera, que aislaran y/o levantaran la máquina de la superficie de trabajo, pues al generar esfuerzos o presiones sobre si misma se desestabilizaba y perdía precisión.

Figura 15. Soportes en madera



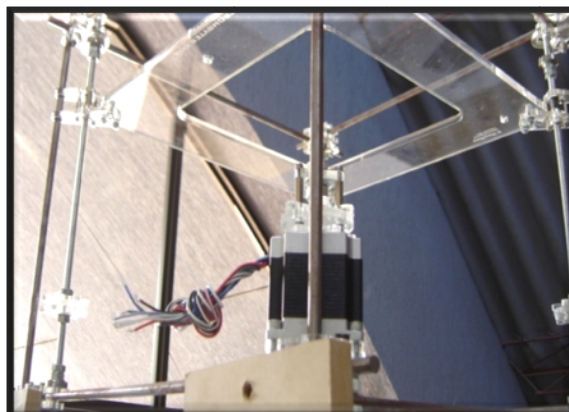
Después se realizó el montaje de la primera superficie que es la que delimita finalmente el campo de acción de la máquina, como se muestra en la figura 16.

Figura 16. Plataforma 1



Posteriormente se acondicionó el primero de los tres (3) motores paso a paso, encargado de mover el eje vertical (Z) de la máquina de prototipaje rápido.

Figura 17. Motor Z



Finalmente por inconvenientes con las condiciones del espacio de trabajo, la falta de algunas piezas y la falta de herramientas disponibles, los miembros del semillero se vieron en la obligación de desarmarla para poder transportarla y almacenarla de manera segura a otros espacios que proporcionaran condiciones diferentes.

Fase 3 Prototipadora

Esta fase se plantea como el espacio en el que se pondrán a punto todas las partes electrónicas y mecánicas para el montaje final de la máquina de prototipado y se instalarán sobre ella todos los componentes electrónicos necesarios para garantizar un adecuado funcionamiento, actualmente se desarrolla un grupo interdisciplinar con los estudiantes de ingeniería de sistemas y telecomunicaciones de la UCP para la ejecución de esta fase.

ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ANALÓGICO

Figura 18. Análisis de tipologías

TIPOLOGÍA	ANÁLISIS
Tipología 1 	No cuenta con áreas definidas para la ubicación de los instrumentos. No permite la ejecución de diferentes actividades (diseño, modelado, programación, corte) El espacio para almacenar diferentes elementos, es insuficiente. Es un espacio de trabajo unipersonal El espacio disponible para las piernas es limitado, no garantiza suficientes grados de rotación. No tiene espacio para exhibición de modelos. La altura es ideal pero no el espacio de la superficie de trabajo. No cuenta con iluminación focalizada

Tipología 2 	No cuenta con áreas definidas para la ubicación de los instrumentos de trabajo específicos. La posibilidad de ejecutar diversas actividades, es limitada. Es un espacio de trabajo unipersonal Aunque presenta dos espacios de trabajo, encierra al usuario con sus mismos volúmenes. No posee elementos de iluminación diferentes a la luz general. No hay máximo aprovechamiento de espacios.
Tipología 3 	No cuenta con áreas definidas para la ubicación de los instrumentos de trabajo específicos. No permite la ejecución de diferentes actividades (diseño, modelado, corte) No tiene espacio para exhibición de modelos.

	La altura es ideal pero no el espacio de la superficie de trabajo. No cuenta con iluminación focalizada. No hay orden ni espacios delimitados para la ubicación de los equipos.
Tipología 4 	El espacio no es suficiente para desarrollar las actividades cotidianas del diseñador y el ingeniero. Es unipersonal. No cuenta con iluminación focalizada No hay distribución eficiente de los elementos. Algunos elementos no son accequibles o fáciles de operar. No hay uniformidad o coherencia formal entre los elementos presentes.

Conclusiones análisis tipológico

- Las analogías registradas no responden completamente a las necesidades de ambos trabajadores (diseñadores, ingenieros).
- El espacio para contener y/o almacenar, usualmente resulta insuficiente
- La exhibición de piezas, trabajos o proyectos, no resulta un tema prioritario en las tipologías analizadas.
- Las tipologías cumplen con los promedios de medidas antropométricas aceptados.
- Las tipologías en general, limitan o incluso no permiten el desarrollo de diversas tareas de manera simultánea.

CASOS DE ESTUDIO

Figura 19. Casos de Estudio

CASO	ANÁLISIS
1  Estación de trabajo de ingeniero.	FACTOR HUMANO En este caso, los movimientos o grados de libertad de movimiento que permite el espacio de trabajo, es bastante limitado; dificultando al mismo tiempo de desarrollo de tareas específicas debido a que no cuenta con áreas delimitadas para la ubicación de cada elemento. El mecanismo de rodachines situado en la base de la silla, le permite al usuario rotar o desplazarse por el espacio sin dificultades importantes, con lo que se consigue optimización del tiempo. FACTOR AMBIENTAL (contexto/Entorno) El espacio de trabajo no tiene ningún

	elemento que pueda emitir calor o sonido excesivo, por lo cual no se hace necesaria la implementación de sistemas de ventilación adicionales para el contexto, sin embargo, los ordenadores (PC) se les ubicó un ventilador pequeño en la parte lateral derecha para evitar fallas en el equipo. Aunque la iluminación en el entorno es suficiente (Tubos dispuesto a lo largo del techo) es necesario contar con una luminaria auxiliar para casos específicos que requieren condiciones especiales (“poner soldadura en piezas muy pequeñas”) FACTORES OBJETUALES El componente formal y el estructural del espacio de trabajo (escritorio), debieron ser intervenidos por el usuario para que responda a sus necesidades y/o actividades específicas
--	--

	en este caso programación, diseño y desarrollo de tarjetas electrónicas, trabajo de cableado, entre otros. La mesa de trabajo está construida principalmente en madera con recubrimiento en fórmica, una estructura de refuerzo hecha con ángulos metálicos, rieles, manijas y otros herrajes metálicos En cuanto a la fabricación o producción seriada o industrial de esta estación de trabajo no se requiere la implementación o uso de procesos altamente tecnológicos por lo que el mantenimiento o reparación del mismo no requiere de personal altamente especializado. FACTORES PROPIOS DEL PUESTO DE TRABAJO Este puesto de trabajo unipersonal no dispone de áreas o superficies
--	--

	suficientes para llevar a cabo el desarrollo o ejecución de múltiples tareas de manera simultánea; tampoco cuenta con contenedores óptimos para ubicar las diferentes piezas o insumos que pudiera emplear el ingeniero (baquelitas, componentes eléctricos y electrónicos, cables, pinzas, entre otros).
2  Estación de trabajo diseñador industrial	FACTOR HUMANO Esta estación de trabajo limita los movimientos aun más que en el caso de estudio anterior, el usuario está clasificado según sus dimensiones antropométricas en un percentil 95% y el espacio de trabajo (escritorio) corresponde a las dimensiones para percentiles 35-50% evitando con esto que el usuario pueda tomar posiciones ergonómicamente adecuadas durante el desarrollo de la actividad laboral.



Espacio auxiliar para tareas manuales

FACTOR AMBIENTAL

(contexto/Entorno)

La iluminación general en este caso, no es buena, y aun así no hay elementos adicionales que permitan iluminación focalizada.

El espacio es tan pequeño y esta tan saturado que se entorpecen considerablemente las actividades de circulación del usuario en el mismo.

No se delimitan, disponen o señalan espacios para la ubicación de piezas, herramientas y/o equipos durante su uso y desuso, por lo que finalmente se encuentra un espacio desordenado y caótico que dificulta el buen desarrollo de las actividades.

FACTORES OBJETUALES

Formal y estructuralmente, no responde a la totalidad de necesidades del usuario, y cuando responde, es el

	usuario el que se ha tenido que adaptar al espacio de trabajo y no al contrario para finalmente desarrollar tareas a medias dentro de entornos inadecuados y viéndose en la necesidad de acudir a escenarios diferentes para cumplir cabalmente con algunas tareas. El espacio solo es “casi” suficiente para desarrollar actividades de tipo digital (en el ordenador), no queda espacio para ninguna otra actividad (como corte, trazado de planimetría, plegado o pegue, entre otros), y mucho menos de manera simultaneas, evitando así la optimización del tiempo y el espacio. El espacio de trabajo consta de una estructura o esqueleto en tubos de aluminio doblados y soldados en algunos puntos para conferirle mayor estabilidad, las superficies de trabajo, están hechas en madera enchapillada
--	--

	dando así un acabado liso y prolijo en las mismas. Está desarrollado en cuatro (4) niveles, en el primero (el más próximo al suelo) se sitúan la torre de control del ordenador, un regulador de voltaje, un parlante, y una impresora, de esta manera, el usuario no puede poner los pies y piernas de manera cómoda, teniendo que parar su trabajo para descansar y estirarse más o menos cada 40 minutos. Para su fabricación o producción seriada o industrial, es necesario implementar algunos procesos adicionales o más especializados que en el caso expuesto anteriormente ya que el tubo debe ser doblado en ángulos precisos con el fin de lograr la estabilidad y funcionalidad del elemento; sin embargo estos no representan procesos altamente
--	---

	tecnológicos y/o complicados que puedan ser un obstáculo en el momento de la reparación o mantenimiento del producto. FACTORES PROPIOS DEL PUESTO DE TRABAJO Este también es un puesto de trabajo unipersonal, tampoco cuenta con espacios o superficies suficientes para desarrollar diferentes actividades de manera simultánea; tampoco cuenta con contenedores óptimos para ubicar las diferentes piezas o insumos que pudieran emplear los usuarios (ingenieros y diseñadores).
--	--

3	
 Estación de trabajo diseñadora industrial.  Estación auxiliar (digital) diseñadora industrial	FACTOR HUMANO Este espacio de trabajo es amplio y permite la movilidad y circulación del usuario alrededor de él, Sin embargo la altura de la única mesa de trabajo podría generar a largo plazo lesiones debido a posiciones incorrectas durante el desarrollo de algunas actividades. Debido a las dimensiones de las sillas y la mesa y la relación entre estas, es imposible llevar a cabo tareas en posición sedente, el usuario siempre debe estar de pie, imposibilitando muchas veces la ejecución de actividades por ejemplo de tipo digital que demanden mucho tiempo. La estación auxiliar (digital), es pequeña y limita un poco los movimientos del usuario; no hay espacio suficiente para situar todos los

	elementos y trabajar de manera cómoda. FACTOR AMBIENTAL (contexto/Entorno) La estación auxiliar (digital), tiene una iluminación general muy mala y no tiene iluminación focalizada haciendo de la habitación un espacio muy oscuro. Esta mesa de trabajo también se ve saturada y caótica, dificultando el óptimo desarrollo de las tareas dentro de ella. FACTORES OBJETUALES La mesa está hecha en madera con recubrimiento en fórmica, las sillas son una estructura en tubo metálico con sillín de plástico; tiene estanterías rústicamente construidas con bloques de cemento y tablas de madera dispuestas a lo largo de toda la pared, en donde se almacenan o acumulan
--	---

	infinidad de cosas útiles y no útiles. En este caso, cuando la diseñadora necesita desarrollar actividades que requieran o sean más cómodas estando sentada, debe acudir a un espacio diferente a este. Se puede aprovechar la totalidad de la mesa de trabajo, alrededor de ella se pueden situar varias personas (hasta 4) simultáneamente. No exige ninguna adaptación o implementación de procesos tecnológicos especializados para su fabricación industrial. La estación auxiliar (digital), está hecha en madera, con dos (2) entrepaños y sobre ella se sitúa el ordenador, la tabla para graficar, los parlantes y demás herramientas que pudieran ser útiles o necesarias durante el desarrollo de proyectos que demande poco desarrollo físico
--	--

	(construcción); además es unipersonal y aunque es muy pequeña, la diseñadora trata de realizar en ella la mayor cantidad de actividades posibles antes de trasladarse al otro espacio. FACTORES PROPIOS DEL PUESTO DE TRABAJO La superficie de la mesa de trabajo se presta para llevar a cabo diversas tareas o actividades propias de ingenieros y diseñadores; sin embargo la distribución de las herramientas no es eficiente, no están al alcance fácilmente.
--	--

Conclusiones análisis casos de estudio

- La estación de trabajo debería contemplar y responder si no a todas, si a la gran mayoría de actividades que usualmente desarrollan tanto diseñadores como ingenieros.
- Es necesario contar con iluminación focalizada para poder situar la estación de trabajo en diferentes escenarios.
- El recubrimiento en formica es útil y conveniente pues permite escribir, bocetar, proyectar sobre el área de trabajo y permite la fácil limpieza.
- Las medidas o clasificación antropométrica para los agarres y demás sistemas de accionamiento (manijas, puertas, chapas, etc.), deberían ser percentil 95% para garantizar que todos lo puedan usar cómodamente.
- La estación de trabajo debe tener suficientes áreas o espacio para almacenamiento de diferentes cosas (herramientas, insumos, papelería, entre otros).
- La estación de trabajo debería ser visualmente agradable y permitir el orden y mantenimiento durante el uso y el desuso.
- El sistema de rodachines resulta conveniente a la hora de optimizar los tiempos.
- Las herramientas e insumos de uso frecuente deben ser fáciles de alcanzar.
- Los equipos que pudieran calentarse, necesitan fuentes de refrigeración adecuadas.

Descripción del espacio (tentativo) antes del proyecto.

La Universidad Católica de Pereira, mediante la dirección del programa de Diseño Industrial, ha dispuesto de un espacio en el que se implementaría el laboratorio de prototipaje rápido experimental y por lo tanto es allí donde se situaría esta estación de trabajo, sin embargo actualmente desde la dirección del programa se está gestionando otro espacio que proporcione un contexto aun más seguro para el funcionamiento de la máquina (libre de polvo, aislado de los demás talleres de diseño), por eso, a continuación se presenta el espacio que está actualmente asignado al proyecto.

Planos generales del espacio.

Figura 20. Vista superior

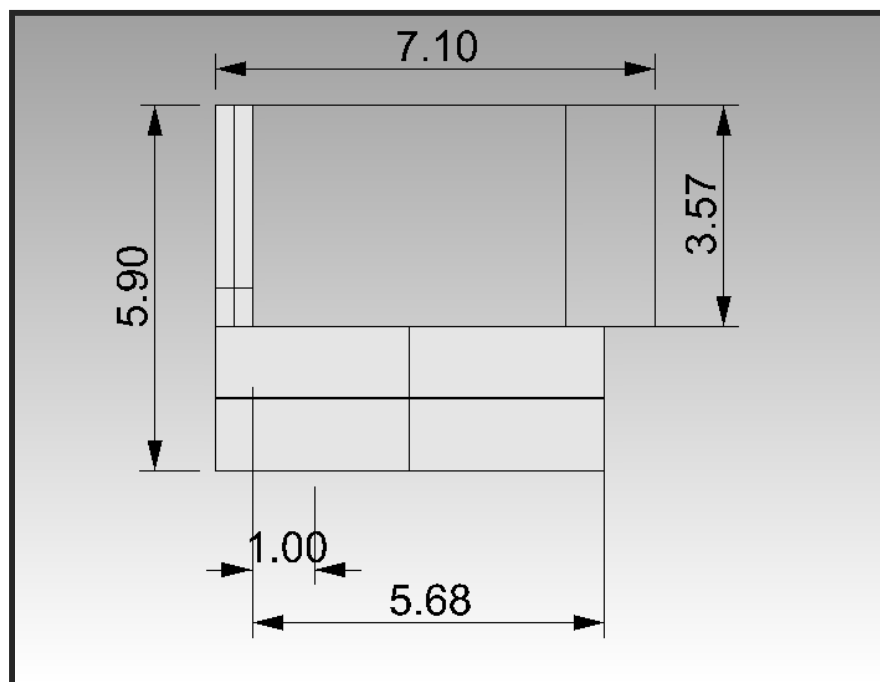
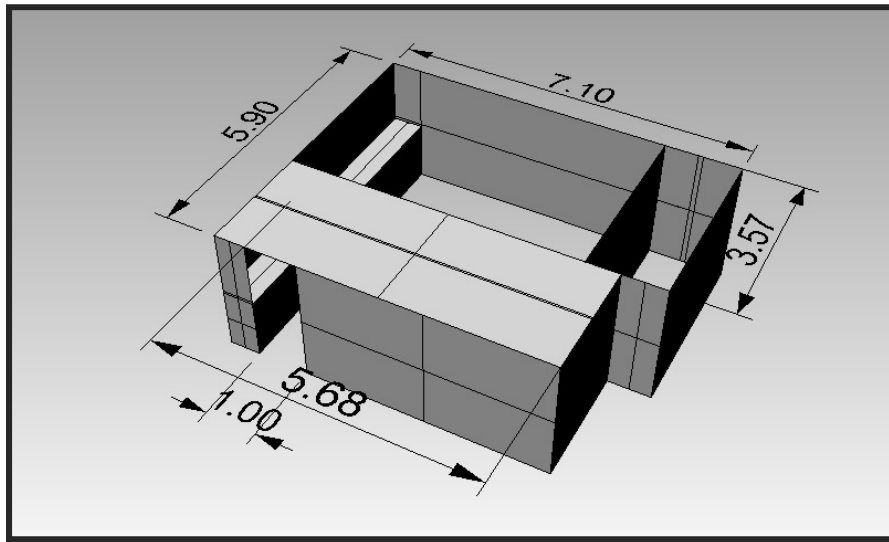
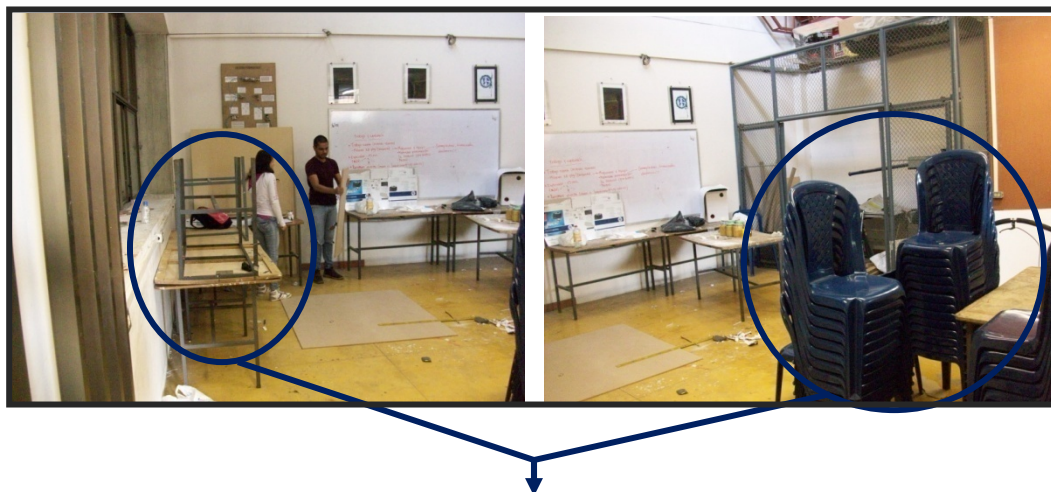


Figura 21. Vista perspectiva



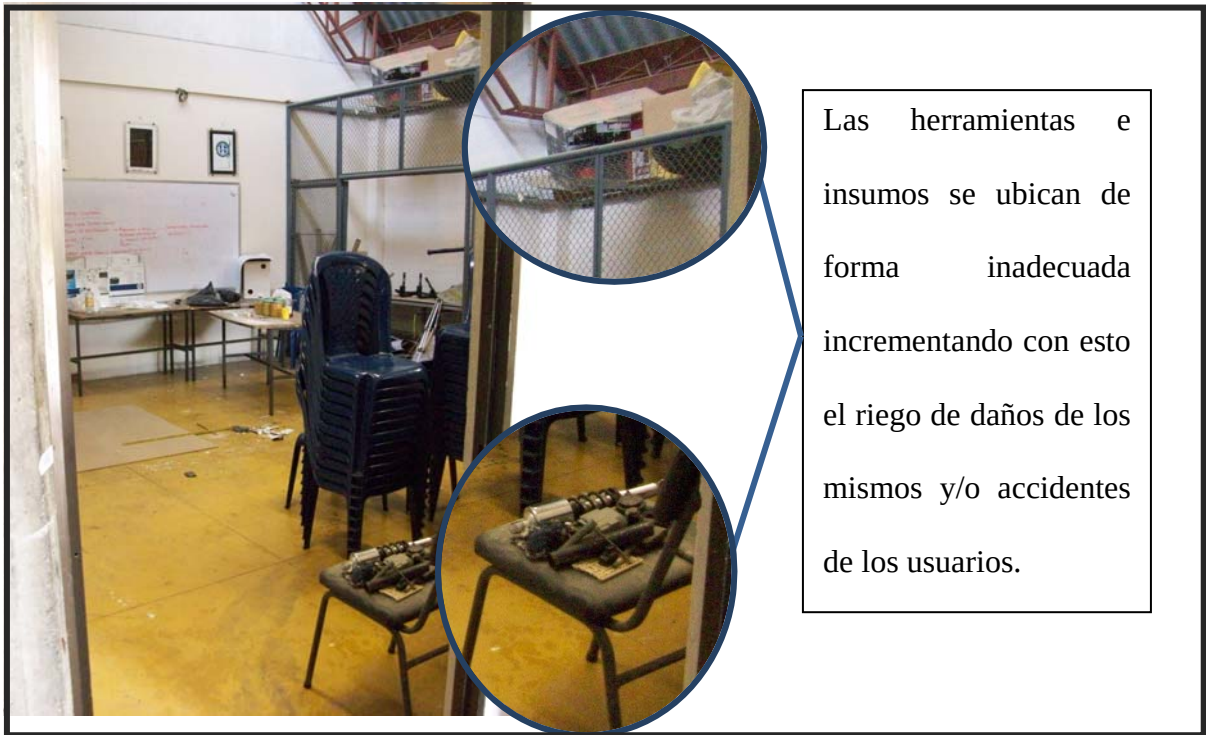
Es un salón relativamente pequeño, con buena iluminación y ventilación general, está ubicado en los talleres de diseño industrial de la UCP; no tiene ningún tipo de aislamiento o barrera acústica por lo que el ruido del ambiente generalmente es alto; no cuenta con el mobiliario o adaptaciones infraestructuralmente adecuadas para desarrollar el macro proyecto de prototipaje, no hay estanterías o elementos similares que permitan almacenar de manera óptima los insumos y herramientas propios del proyecto.

Figura 22. General 1



Cuando se necesita espacio para desarrollar algunas tareas puntuales, es necesario modificar todo el contexto y cuando eso pasa, los elementos que constituyen el mobiliario del espacio, quedan imposibles de usar, además para modificar el espacio se deben hacer esfuerzos en ocasiones excesivos pues como se muestra en la figura 22, las mesas de trabajo deben colocarse unas sobre otras y aun así siguen ocupando mucho espacio que no se puede aprovechar de ninguna manera.

Figura 23. General 2



El salón cuenta con un tablero en situado en la pared posterior y un cubículo hecho con rejilla metálica que puede cerrarse si así se desea, cuenta con un total de 8 mesas y alrededor de 30 sillas plásticas; en el no se indican funciones ni se delimitan espacios, por lo que finalmente se convierte en un lugar desordenado al que los estudiantes acudimos para llevar a cabo diferentes actividades (guardar entregas, hacer maquetas, desarrollar prototipos, asistir a clase, reuniones entre compañeros, descansar, entre otras).

METODOLOGÍA

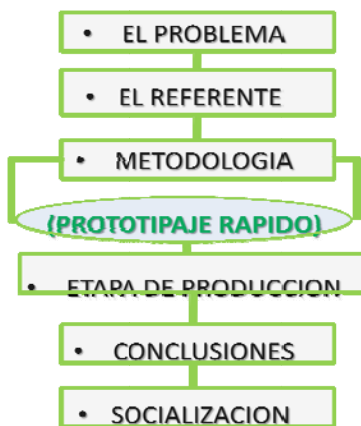
El método proyectual para el diseñador industrial, se convierte en una guía constante. Consiste en el orden y clasificación de las variables de un problema; y su ordenado y completo desarrollo garantiza una buena respuesta de diseño; ya que “el método proyectual consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con un mínimo esfuerzo,” (Munari, 1983, p.9).

Por esta razón se hace necesaria la implementación de herramientas tecnológicas y procesos de automatización para el completo y óptimo desarrollo del método proyectual, igualmente para garantizar el éxito antes descrito, es indispensable que existan espacios, herramientas y demás elementos adecuados, que respondan a las necesidades del estudiante y en este caso de los investigadores para que los proyectos sean correctamente desarrollados.

Este proyecto de investigación ha seguido un modelo denominado “investigación de tipo aplicada”, es decir que además de la identificación y análisis del problema, aplica los conceptos teóricos pertinentes para el desarrollo de un prototipo funcional, esto para enriquecer y desarrollar de manera oportuna el proyecto.

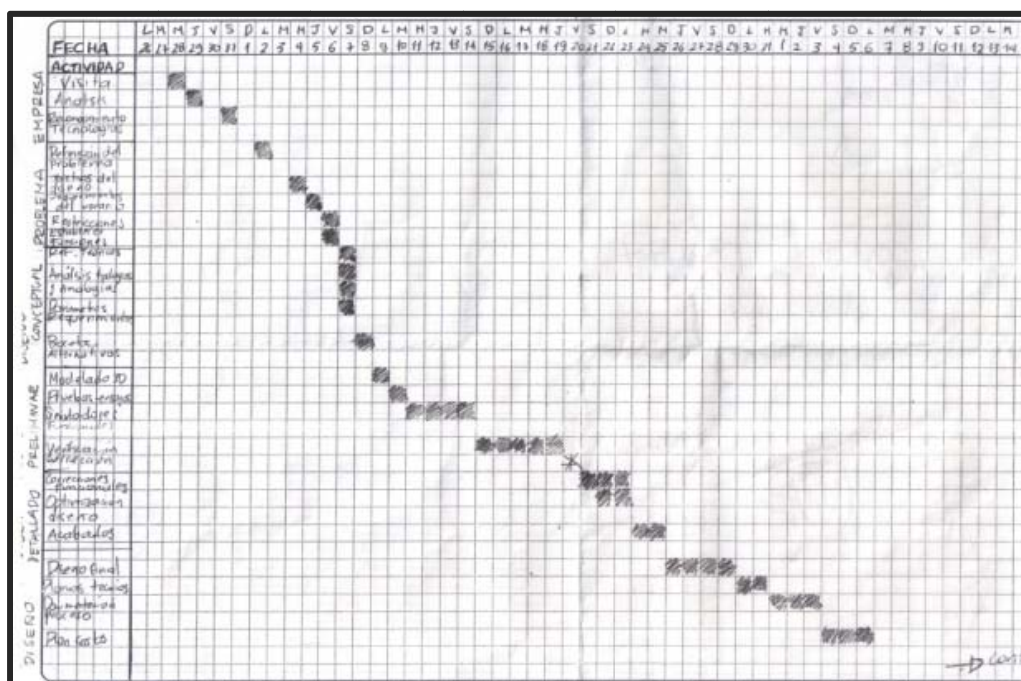
Por lo anterior, se decide tomar como referente metodológico para el desarrollo de este proyecto, el propuesto por el diseñador Bruno Munari.

Figura 24. Esquema metodológico Bruno Munari



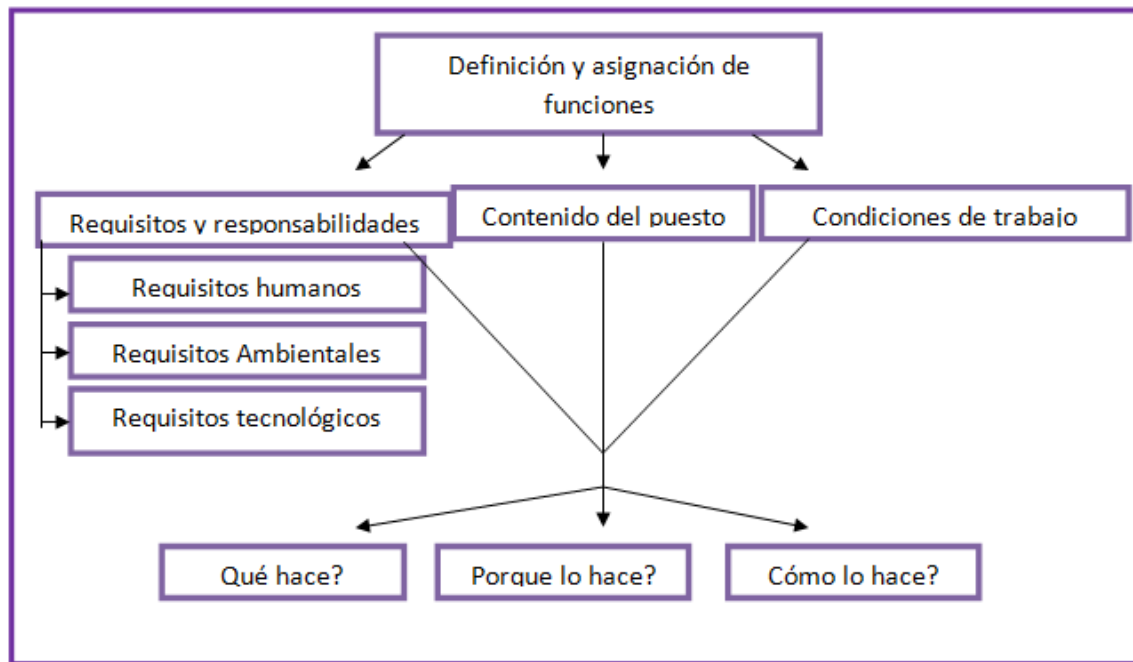
Adicionalmente se decidió realizar el cronograma o planificación de actividades relativas al diseño de la estación de trabajo para máquina de prototipaje rápido experimental en un diagrama de Gantt tal como se muestra en la figura 20.

Figura 25. Diagrama de Gantt



Con la intención de identificar plenamente el problema y todas sus variables y contemplar la gran mayoría de las actividades que realizan usualmente diseñadores e ingenieros, se planteó el siguiente esquema y se analizó para cada uno de los casos (usuarios).

Figura 26. Esquema análisis actividades



REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Los requerimientos de diseño, se refieren a las variables o incluso a las mismas demandas del proyecto que deben ser tenidas en cuenta para responder de manera idónea e integral a la necesidad o problema planteado.

“Según Rodríguez (1998), existen dos tipos de requerimientos o variables de diseño: aquellas variables que deben cumplir una solución cuantitativa o cualitativa, siendo fijadas previamente por las disposiciones del proyecto, y aquellas variables que limitan las alternativas del proyectista. A partir de esta propuesta, se entenderá como parámetro de diseño, a aquella variable del problema que identifique una característica particular del proyecto, y que deba tenerse en cuenta como referente al momento de proyectar. Por otra parte, se entenderá como determinante de diseño, a aquella variable del problema que pueda convertirse en una proposición de trabajo, es decir, en una actividad de aplicación relacionada directamente con el Diseño en el problema tratado.” (Córdoba Cely, Carlos Andrés y Bonilla Mora, Harold, 2012)

Una vez planteados los requerimientos de diseño, estos serán tenidos en cuenta como pilares o fundamento durante la ejecución del proyecto.

Figura 27. Cuadro de requerimientos

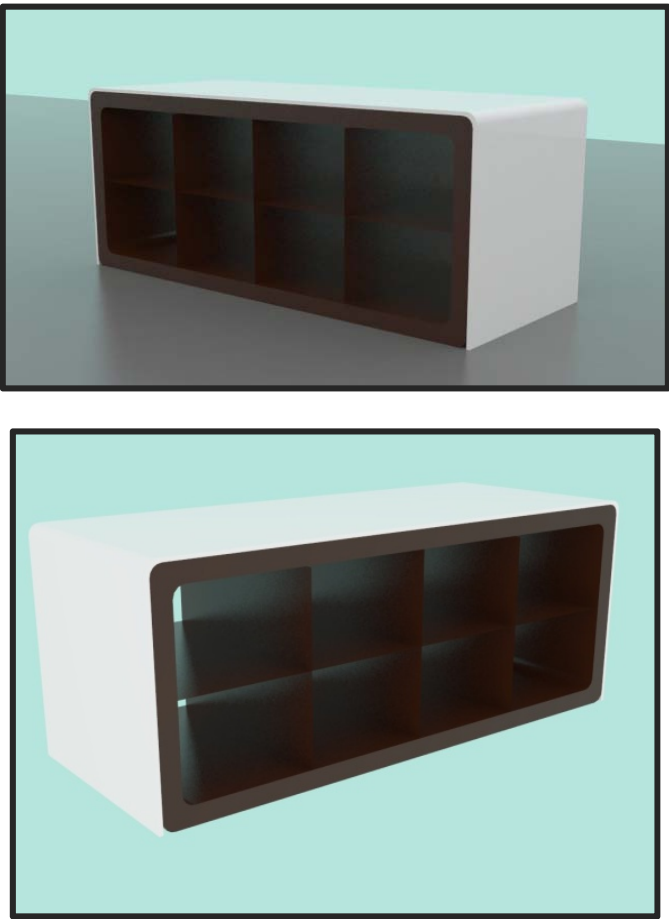
REQUERIMIENTOS	
DETERMINANTES	PARÁMETROS
La estación de trabajo para la prototipadora rápida experimental deberá ser ubicada dentro de las instalaciones de los talleres de la facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Pereira	_____
El puesto de trabajo deberá diseñarse de manera tal que se aseguren posturas y patrones de movilidad adecuados, tomando en cuenta las restricciones técnicas y económicas.	Manejo de percentiles por encima del promedio Uso de materiales elásticos y/o deformables Posibilidad de extensión o contracción del puesto de trabajo.
En el proceso de diseño deben considerarse las interacciones más importantes entre la persona o personas y los componentes del sistema de trabajo	Tareas, el medio de trabajo, el espacio de trabajo y el ambiente de cada personaje.
Las demandas de fuerza deben ser compatibles con las capacidades físicas del trabajador.	Materiales livianos Mecanismos de ayuda Balance de esfuerzos

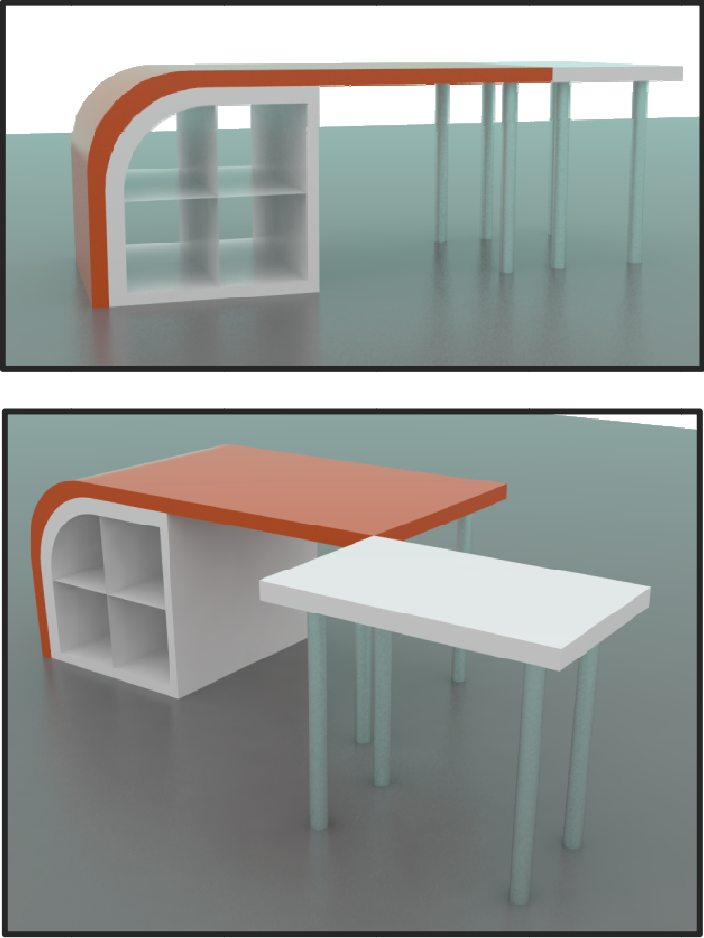
La frecuencia, velocidad, dirección y amplitud de los movimientos del cuerpo o de las extremidades deberían estar comprendidas dentro de los límites anatómicos y fisiológicos aceptados.	Implementación método OWAS Estándares antropométricos del cuerpo humano
Debe contar con condiciones de iluminación ideales (así la luz general no lo sea)	Lámparas adicionales Sistema de iluminación integrado
No debe obstaculizar la circulación de estudiantes y operarios	Modular Extensible/comprimible
Debe contar con suficiente espacio para almacenar objetos personales (visitantes)	Cajones Anaqueles Estantes repisas
Debe tener espacios o elementos que permitan el desarrollo de diferentes procesos proyectuales	Para 2 ó 3 personas trabajando de manera simultánea.
Debe contar con elementos que permitan la exhibición de prototipos	Vitrinas Repisas

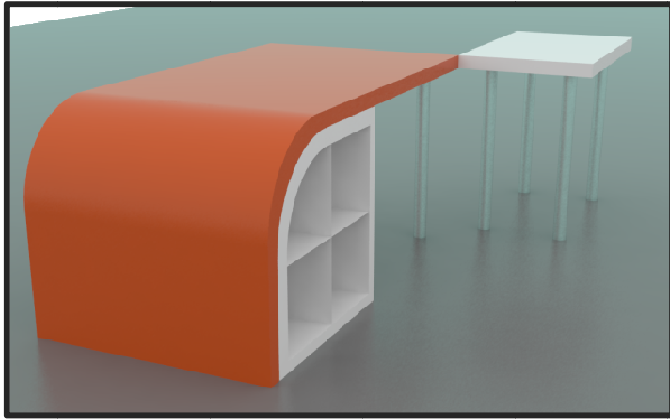
debe permitir el almacenamiento de documentos y planimetría	Cajones Organizadores Superficies con rieles
Aprovechamiento del espacio	Paneles multifunción Manejo de verticalidad
Debe permitir la modularidad, separabilidad y cambio de piezas	
El espacio de trabajo para cada usuario, debe ser suficiente para el desarrollo de actividades cotidianas.	Mínimo 50*60cm de área de trabajo para cada usuario.
Las uniones ensambles y/o acoples que se usen, deben ser limpios, seguros y fáciles de remplazar o cambiar en caso de ser necesario.	Tornillería Bisagras Magnetos Sistemas de presión Sistemas de adhesión

ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Figura 28. Alternativas de diseño

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN
1 	Esta propuesta, consiste en dos (2) piezas acoplables, la exterior (blanca), supone la superficie de trabajo y al mismo tiempo la estructura del elemento durante su uso. La segunda pieza (café), puede moverse para ser situada en un lugar diferente, cuenta con 8 cubículos pequeños en los que se almacenarían insumos, artículos y herramientas y se exhibirían los prototipos generados por la máquina. La construcción, sería en mdf (Medium density fibreboard/ tablero de fibra de densidad media) de 12 y de 6 mm y la superficie de trabajo estaría

	recubierta en fórmica. En esta alternativa no se delimitan ni diferencian los espacios para almacenaje y los espacios para exhibición de prototipos.
2 	Esta estación de trabajo, la componen 3 piezas; la primera de ellas, que se ha denominado “estantería” forma 4 cajones o espacios en los que se exhibirían prototipos y se almacenarían pertenencias, insumos y/o herramientas, su desarrollo sería en mdf sometido a un proceso de curvado para lograr el efecto formal en la cara lateral izquierda. La segunda pieza, se propone en mdf sometida al mismo proceso, pero en este caso sería una pieza “entamborada” (desarrollada por

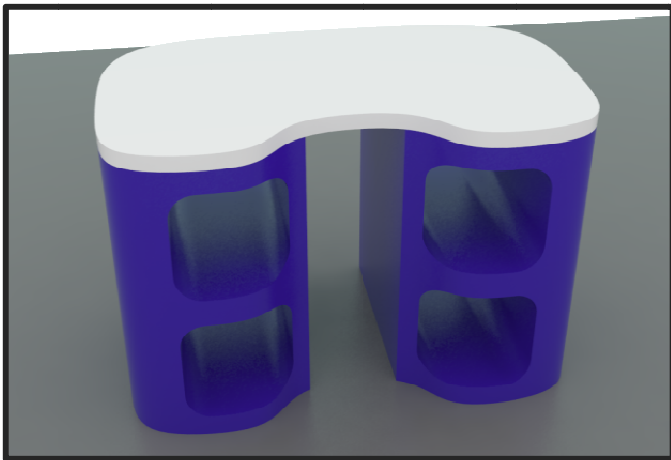
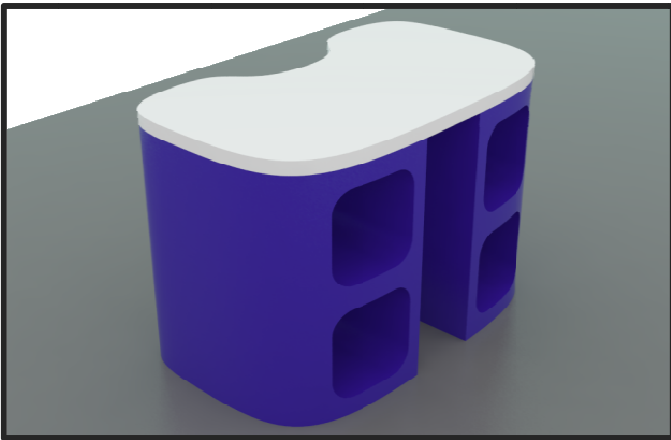
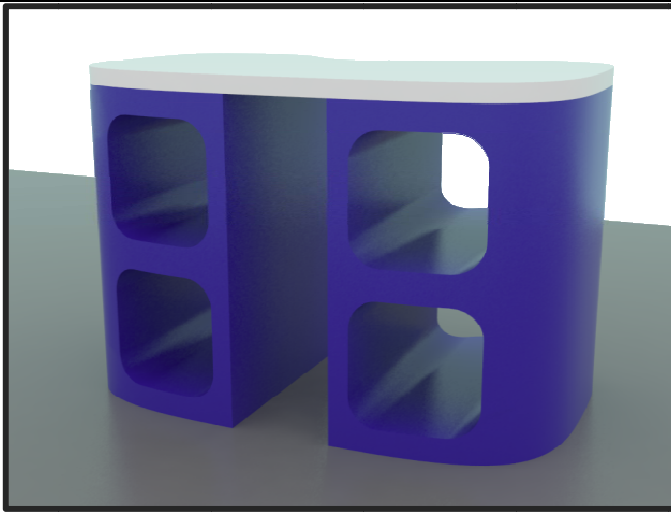


caras) para conseguir mayor calibre sin aumentar considerablemente el peso, la cantidad de material, ni la complejidad de desarrollo, en el extremo derecho, cuenta con dos tubos metálicos de R=1” para dar estabilidad; finalmente el acabado sería dado con pintura lacada brillante en este caso color naranja.

La última pieza, se denomina base prototipadora; esta también es móvil, construida en mdf bajo la técnica de “entamborado” para conseguir la misma dimensión de la pieza anterior, tiene además 4 soportes o “patas” en tubo metálico, logrando así coherencia formal y algo de uniformidad entre ambas.

3

La propuesta número tres (3) la

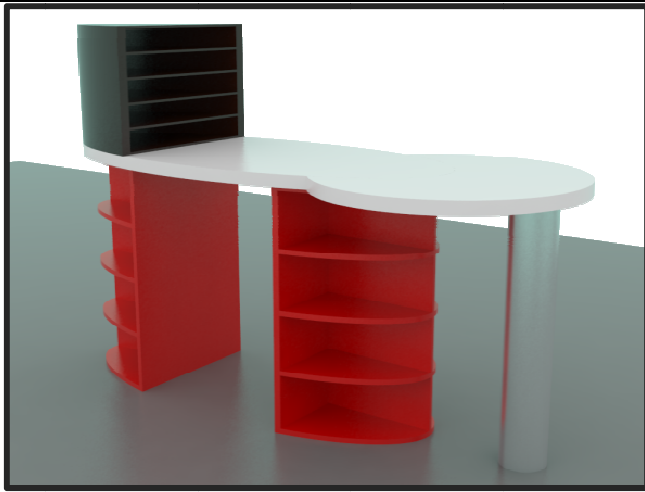


constituyen 2 piezas, las dos color violeta, que parten de un mismo módulo, forman la “base” que además de estructurar el elemento, sirve para almacenar y exhibir productos y herramientas, son en total cuatro (4) cajones pasantes distribuidos dos en cada modulo.

La otra pieza, es la denominada “superficie de trabajo”, está construida en mdf con cubierta en fórmica blanca, lisa y brillante; su forma es similar a una media luna y esto hace que la estación se vuelva unipersonal y limita el área de circulación o movimiento del usuario.

En este caso el espacio de almacenamiento resulta insuficiente y además se desperdicia todo el espacio

	disponible en los laterales de la estación de trabajo.
4 	Para este caso se emplearon cinco (5) piezas, 4 de ellas parten formalmente de una misma elipse. La pieza denominada “estantería” (pieza café), es 1/3 de la elipse general, forma 5 espacios en los que se pueden exhibir prototipos pequeños o insumos de tipo genérico (papelería, insumos para oficina, marcadores, colores, cintas, entre otros). La segunda pieza es la superficie de trabajo, esta consiste en un mesón grueso, hecho en mdf con recubrimiento en fórmica blanca, formalmente constituye la totalidad de la elipse y permite que los usuarios se sitúen a cada lado (uno frente al otro)

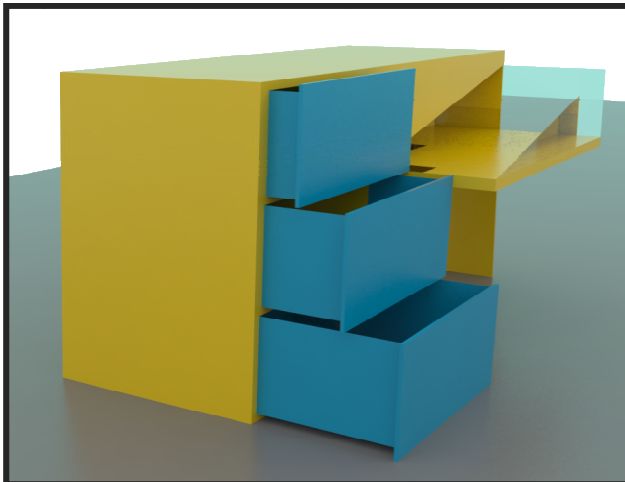
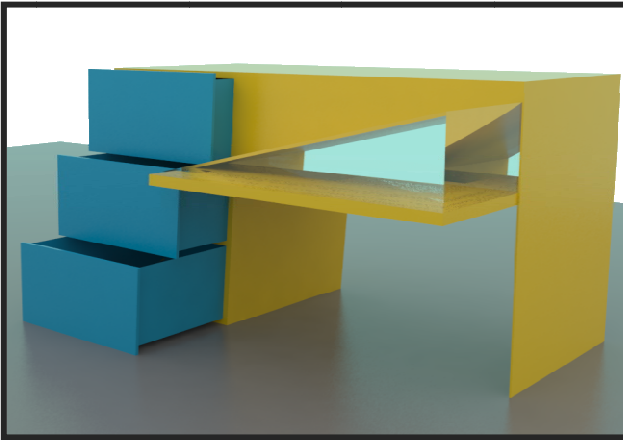
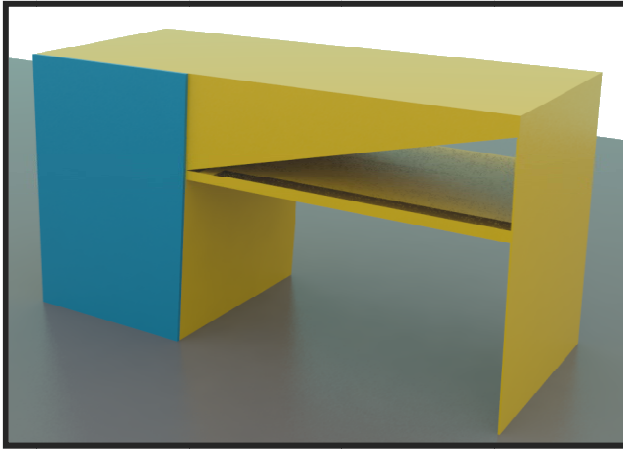


maximizando así el espacio.

Luego sigue la base (módulos rojos), esta está formada por dos módulos exactamente iguales, ubicados de manera invertida, estos estructuran y estabilizan la estación de trabajo y adicionalmente sirven para ubicar en ellos algunos productos debido a los 8 espacios que se forman en cada módulo.

Finalmente está la base para ubicar la máquina, esta es una lámina redonda con el mismo calibre que la superficie de trabajo, tiene una sustracción que le permite acoplarse al resto de la mesa y para terminar de estructurarse, cuenta con un tubo metálico que la soporta.

5



La quinta propuesta, consiste en una estación de trabajo con cortes en ángulo que rompen la morfología del objeto.

Cuenta con tres cajones a cada lado para almacenar insumos, herramientas y demás, y con un cajón vitrina que permite exhibir los prototipos que genera la máquina.

Para este caso, los usuarios deberían sentarse uno frente al otro.

Esta estación de trabajo sería construida en madera mdf de 12 y 6 mm, y la vitrina se propone en vidrio o en policarbonato transparente.

Debido a las dimensiones de la vitrina (1.10*0.80mt aproximadamente), esta contaría con un sistema de iluminación

	con tiras led adhesivas para generar un mejor efecto sobre la amplia superficie.
--	---

ALTERNATIVA SELECCIONADA

Concepto de diseño

“modularidad y aprovechamiento de espacio”

Este proyecto se ha denominado DING; fue diseñado como una estación de trabajo para diseñadores industriales e ingenieros de sistemas dentro de un contexto puntual (laboratorio de prototipaje rápido experimental), sin embargo, responde a las necesidades cotidianas que se presentan en ambas profesiones, por lo que podría ser instalado en múltiples escenarios y seguir respondiendo a las necesidades del usuario.

DING, es un producto modular que ha sido pensado para que en el puedan ubicarse 2 personas (sentadas), posibilitando de esta manera el desarrollo de procesos académicos o laborales grupales interdisciplinarios, lo que permite que los proyectos y/o tareas puedan ser abarcadas desde una perspectiva más amplia y especializada para finalmente ofrecer soluciones más adecuadas y pertinentes para cada caso particular.



Figura 29. Alternativa escogida

DING, cuenta con suficientes espacios para el almacenamiento de las pertenencias de los usuarios, los insumos y/o las herramientas que estos pudieran necesitar, adicionalmente tiene un espacio especial (cajón en vidrio pasante) para la exhibición de prototipos u otras piezas que debieran ser exhibidas.

Durante el uso, los módulos móviles (verdes) se corren, ubicándolos en las partes laterales del elemento o pueden situarse en otra parte como mobiliario adicional en el contexto, en el desuso, se guardan nuevamente bajo la base de trabajo unificando de nuevo formalmente el diseño; DING está construido en madera mdf, con herrajes, rieles y manijas metálicas, tiene un sistema de rodachines que permite la fácil movilidad de los módulos, además es completamente simétrico sobre ambos ejes (horizontal y vertical) por lo que las piezas son las mismas y por lo tanto el cambio, reparación o mantenimiento de ellas se hace más sencillo; la superficie de trabajo, está recubierta con fórmica blanca lisa sobre la cual se puede escribir o bocetar con marcadores borrables, es fácil de limpiar y muy útil durante la conceptualización de proyectos o generación de alternativas de diseño.

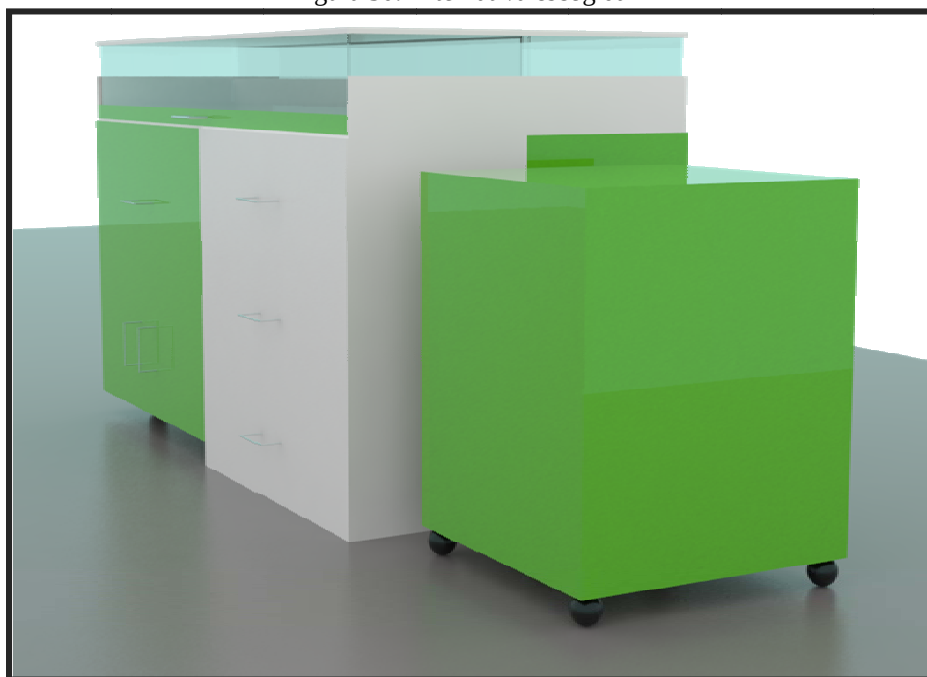
Las manijas que se emplearon corresponden a percentiles 50 y 95% permitiendo con esto que todos los elementos (cajones, puertas, gavetas) puedan ser accionados fácil y cómodamente por cualquier usuario (independientemente de las medidas antropométricas de su mano).

Se usó un color base neutro (blanco) y otro llamativo (verde) para dar los acabados al elemento, con el verde, se marcan o identifican las piezas que pueden moverse, de modo que se le da al usuario la libertad de adaptar el elemento a su espacio y sus necesidades.

La distribución de los módulos, es conveniente pues permite ejecutar diversas actividades dentro del mismo espacio, la superficie de los módulos móviles, pues ser usada para cortar, pegar, elaborar maquetas, entre otras, y sobre la superficie blanca, se pueden llevar a cabo las tareas de tipo digital, o manuales como generación de planos, desarrollo de bocetos, etc.; la altura total de la mesa de trabajo, permite que algunas actividades puedan ser desarrolladas estando de pie.

En el elemento se situarán 2 fuentes refrigerantes para contribuir con el buen funcionamiento de las máquinas (PC) de los usuarios y delimitar o señalar los espacios, estas no son fijas, en el momento del desuso pueden ser guardadas en los cajones, permitiendo el desarrollo de otras actividades, adicionalmente se instalarán dos lámparas (una en cada espacio de trabajo) que también pueden quitarse mientras no sean necesarias.

Figura 30. Alternativa escogida 2



DESARROLLO DE MAQUETA

La maqueta o simulador a escala, se desarrolló en cartón paja, madera, acetato y pegante; a escala 1:5, se cortó la silueta a escala de una persona de 1.65 mt de altura para poder ver y conservar las proporciones del producto; se fijaron adaptaciones en madera para generar rieles funcionales que permitieron la apretura y cierre de los cajones, se simulon bisagras en cartón que permitieron abrir y cerrar las puertas.

Figura 31. Maqueta 1



Las manijas se representaron con segmentos de varilla cuadrada de balsa; se plantearon diferentes posiciones de los módulos haciendo evidente la diversidad espacial que ofrece y la propiedad de modularidad que tiene el producto; la vitrina, se representó con acetato

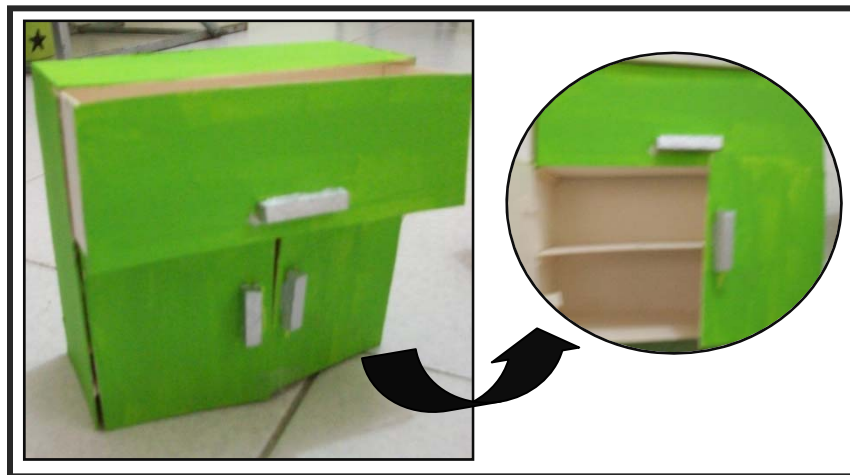
para simular la transparencia del vidrio y guardar relación con los componentes estéticos que tendría finalmente el producto.

Figura 32. Maqueta 2



Se desarrollaron o simularon la mayor cantidad de detalles estéticos y/o funcionales que tendría el producto como entrepaños, puertas y gavetas y se pintó con los colores planteados para el prototipo funcional.

Figura 33. Maqueta 3



CORRECCIONES

- Se disminuyó la altura de la vitrina y en vez de hacer una vitrina-cajón pasante (1.65*0.65 mt), se plantean 2 más pequeñas para que cada usuario pueda tener acceso a una vitrina y al ser menor volumen el que se desplaza es más fácil para los usuarios accionarlo y más viable para el producto desde un punto de vista estructural.

Figura 34. Corrección vitrina



- Al ser mucho más pequeñas las vitrinas, no se hace necesario implementar iluminación adicional para la exhibición de prototipos, reduciendo de esta manera el consumo energético que pudiera haber mientras la estación de trabajo esté en funcionamiento.
- Se modificó la base de la prototipadora, en ella no se permitirá ningún elemento que deba ser usualmente manipulado por el usuario (cajones puertas o gavetas), con el fin de evitar el desequilibrio de la máquina.
- Se determinó que la base de la prototipadora debe tener rodachines con seguro de fijación o en su defecto, quedar fija (sin rodachines).

USABILIDAD

Los cajones funcionan con sistemas de rieles rectos (tradicionales), la base (módulo blanco), cuenta con un total de 6 cajones y 2 vitrinas, que el usuario acciona simplemente halando o empujando la manija según sea el caso.

Figura 35. Usabilidad 1



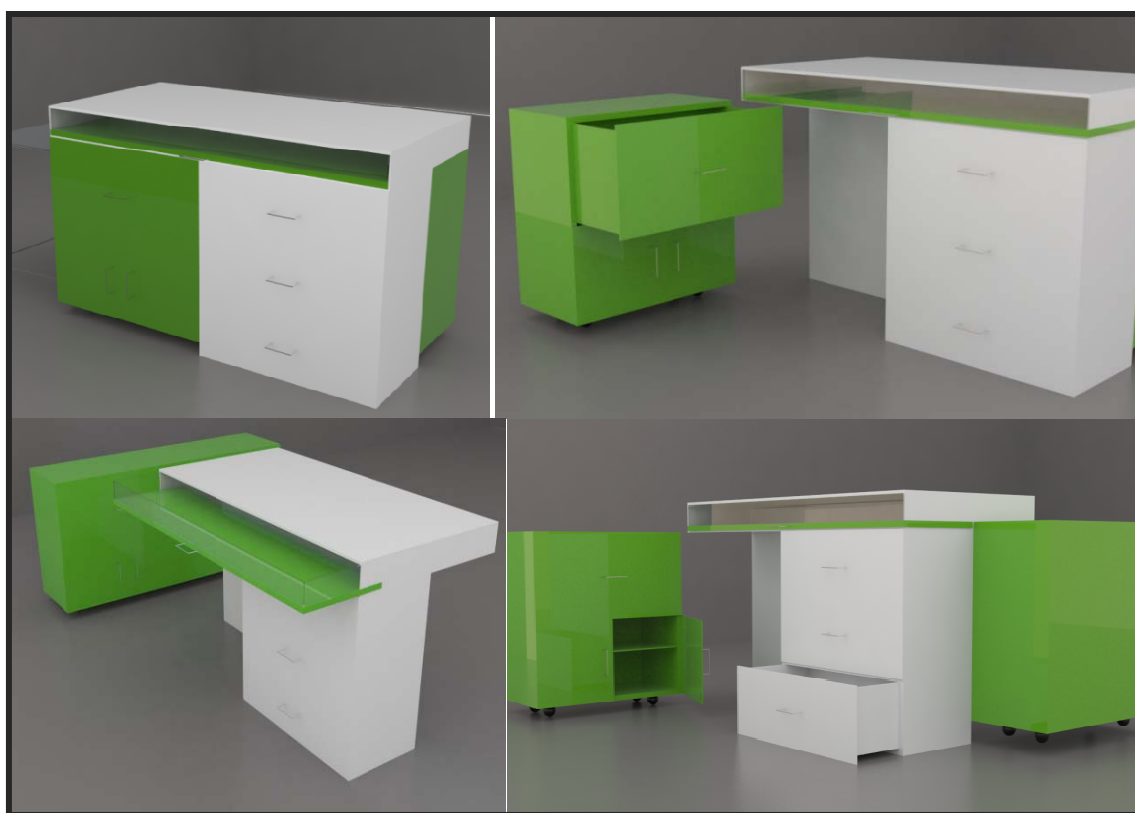
Las vitrinas salen hacia cada lado de la estación de trabajo, en cada una se pueden exhibir hasta 42 prototipos de 10*10 cm cada uno, el sistema de accionamiento, es exactamente igual al anterior, se hala o empuja la manija y mediante los rieles, se permite el fácil deslizamiento.

Figura 36. Usabilidad 2



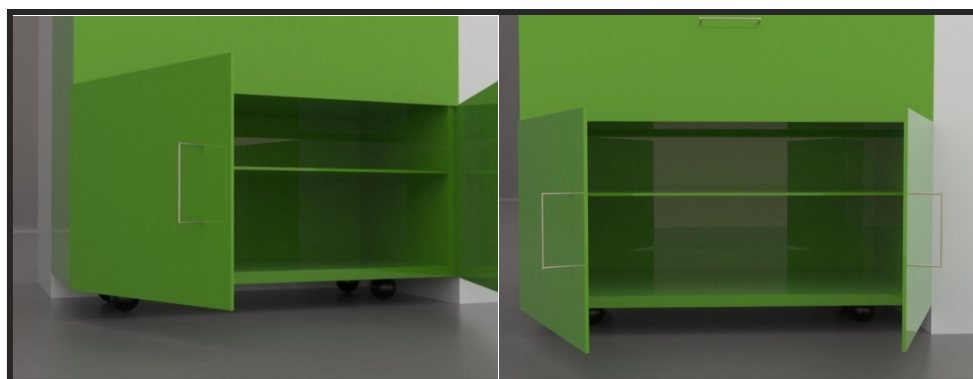
Los módulos móviles por rodachines (módulos verdes), le permiten al usuario jugar con el espacio que tiene disponible y adaptar a él el elemento, este puede ponerse de manera independiente o unido con el otro módulo móvil para conseguir una superficie más ancha (70*70 cm) o más larga, (140*35 cm) diversificando de esta manera las funciones y las posibilidades del elemento.

Figura 37. Usabilidad 3



Los módulos móviles tienen un (1) cajón y dos (2) entrepaños cada uno, posibilitando que el usuario pueda guardar o almacenar una gran cantidad de insumos y herramientas sin que la estación de trabajo se vea desorganizada y sin que estos influyan o interfieran con el desarrollo de una actividad determinada; cada módulo, cuenta con dos puertas con bisagras metálicas, un riel, tres manijas y dos pares de rodachines.

Figura 38. Usabilidad 4



PLANOS TÉCNICOS GENERALES

Vista en perspectiva

Figura 39. Perspectiva 1

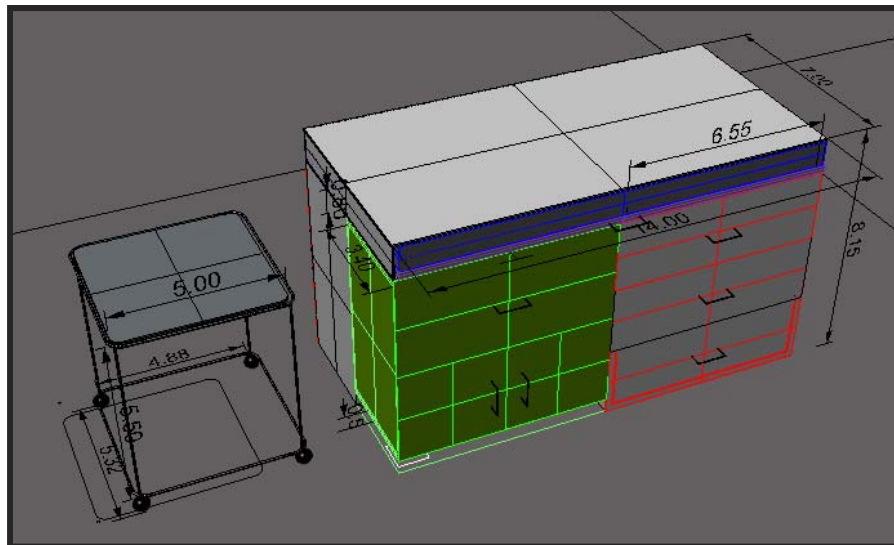
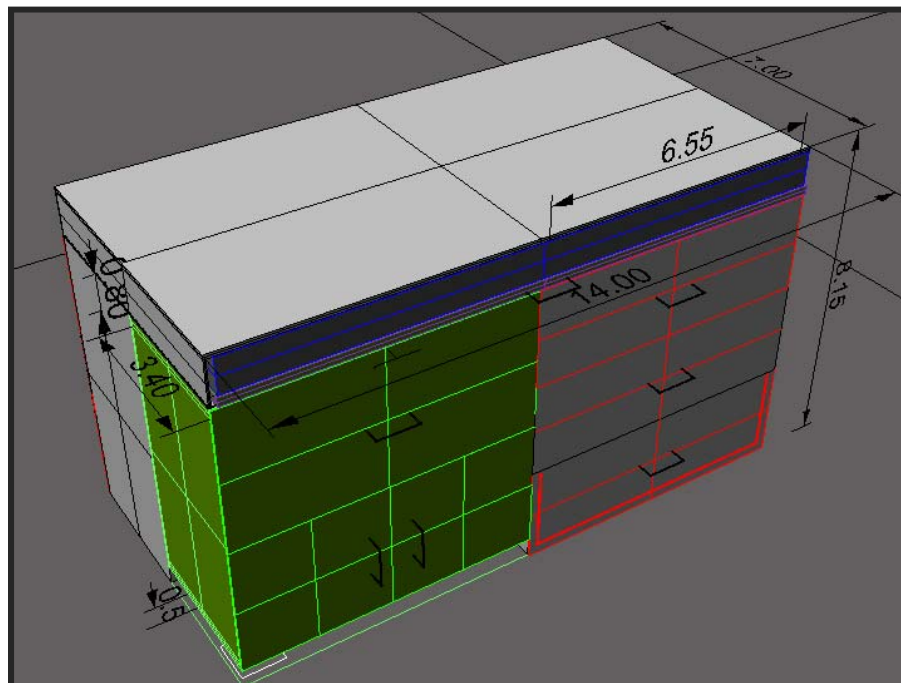


Figura 40. Perspectiva 2



Vista superior

Figura 41. Superior 1

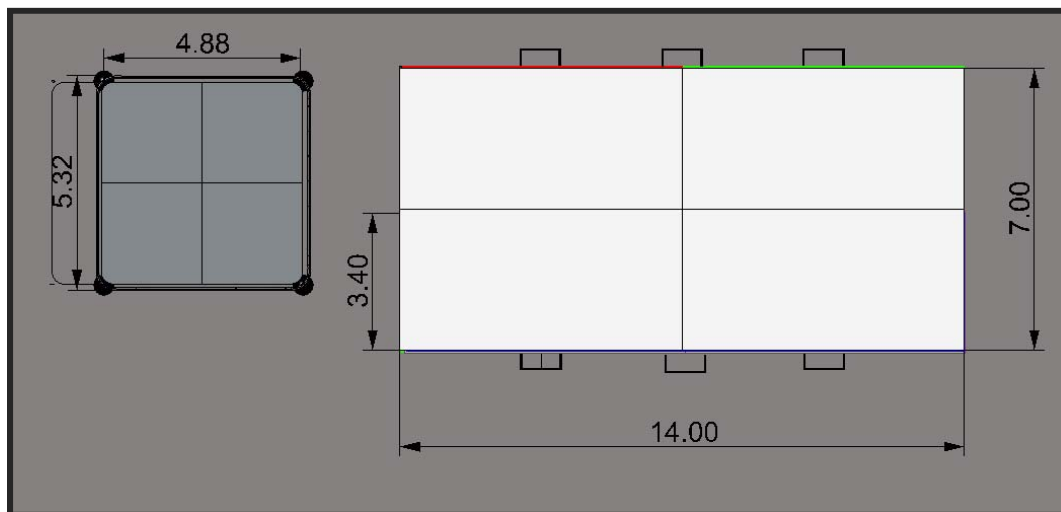
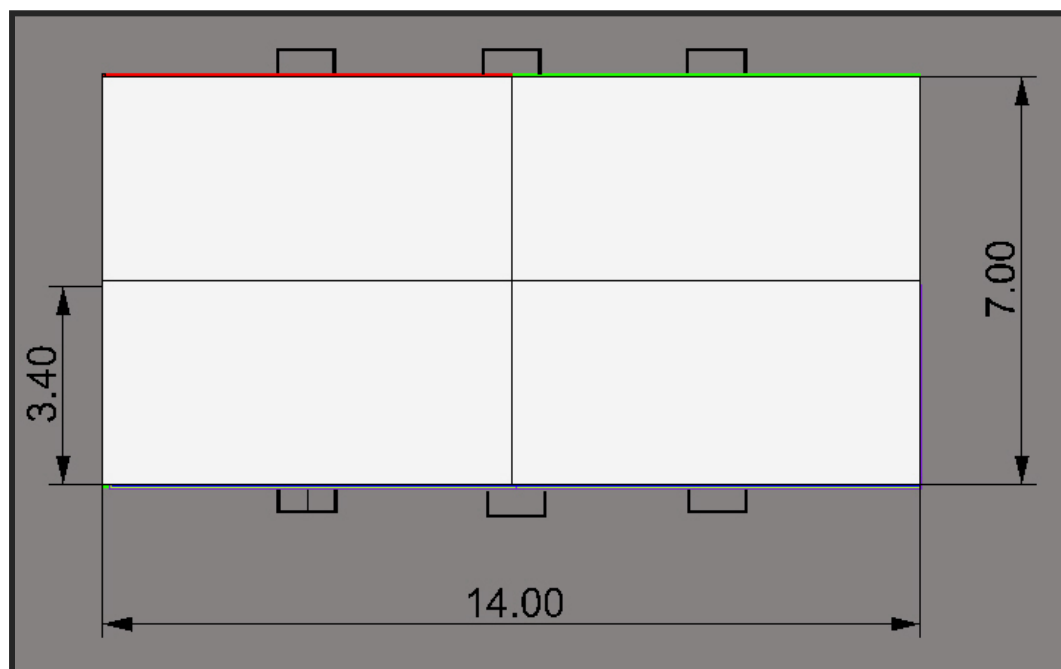


Figura 42. Superior 2



Vista frontal

Figura 43. Frontal 1

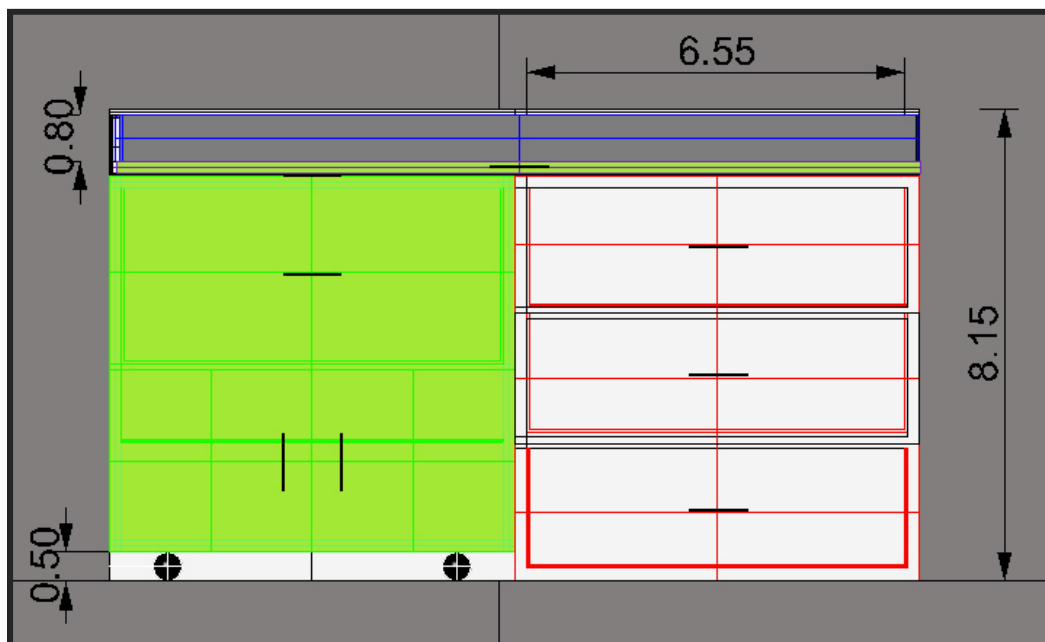
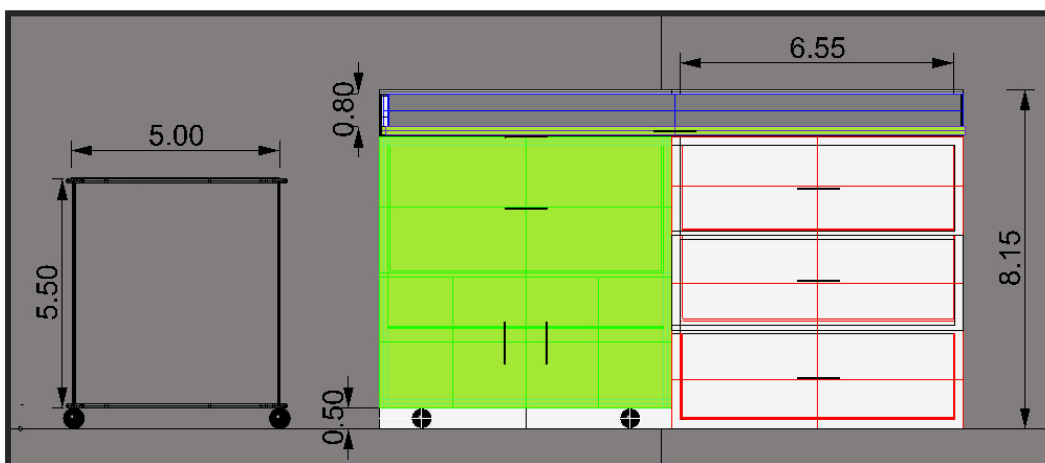
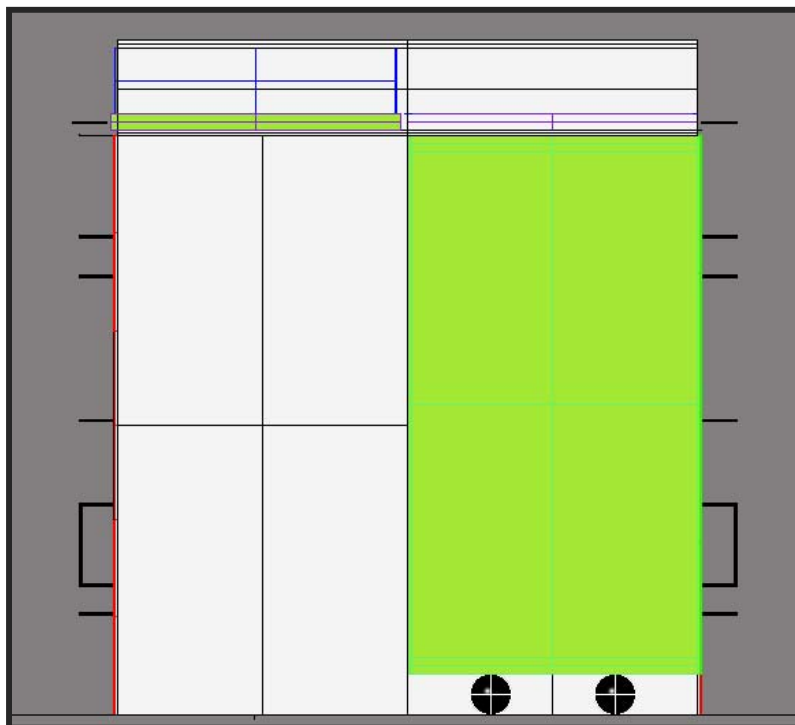


Figura 44. Frontal 2



Vista lateral derecha

Figura 45. Lateral derecha



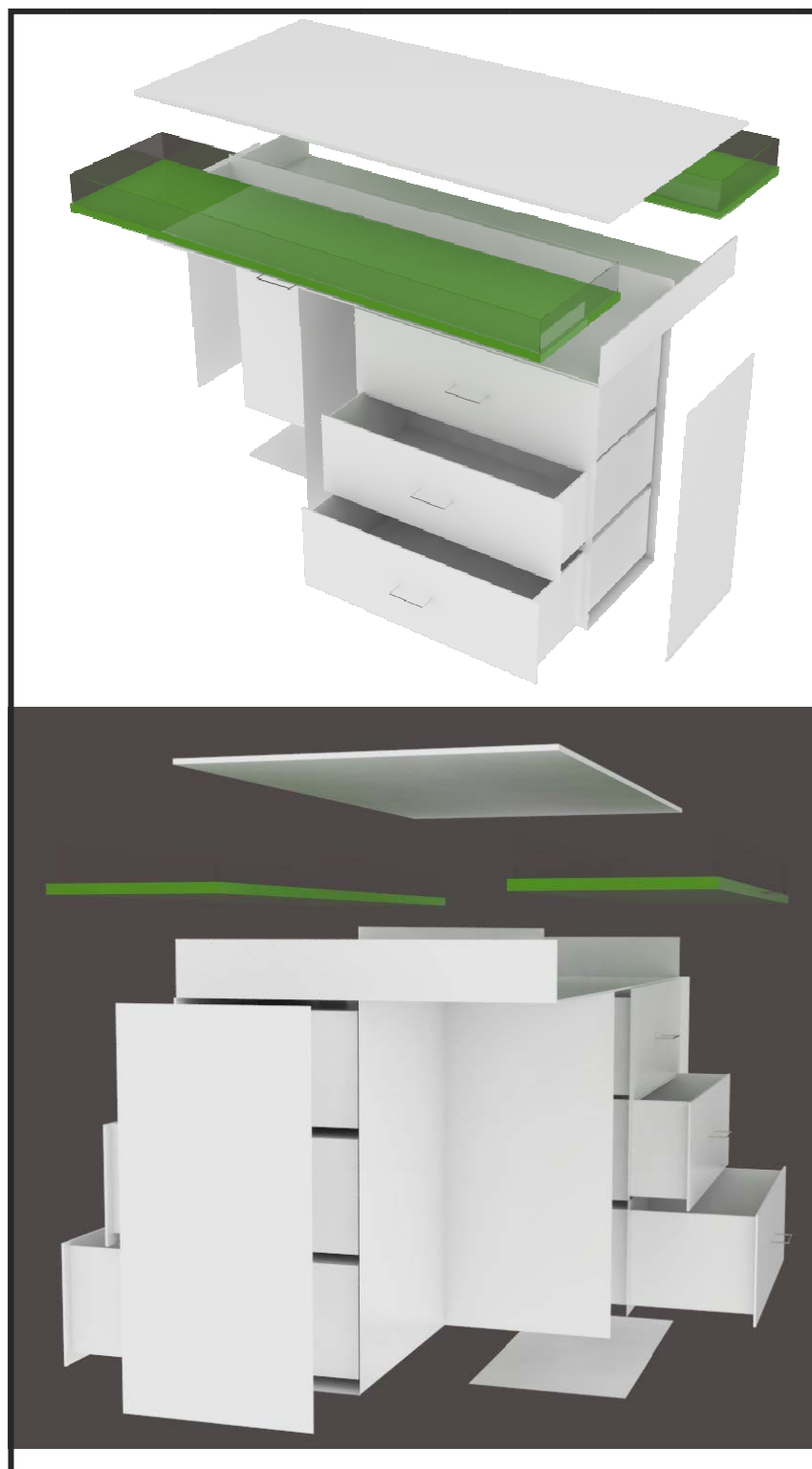
EXPLOSIÓN

Base fija

Figura 46. Despiece base fija 1

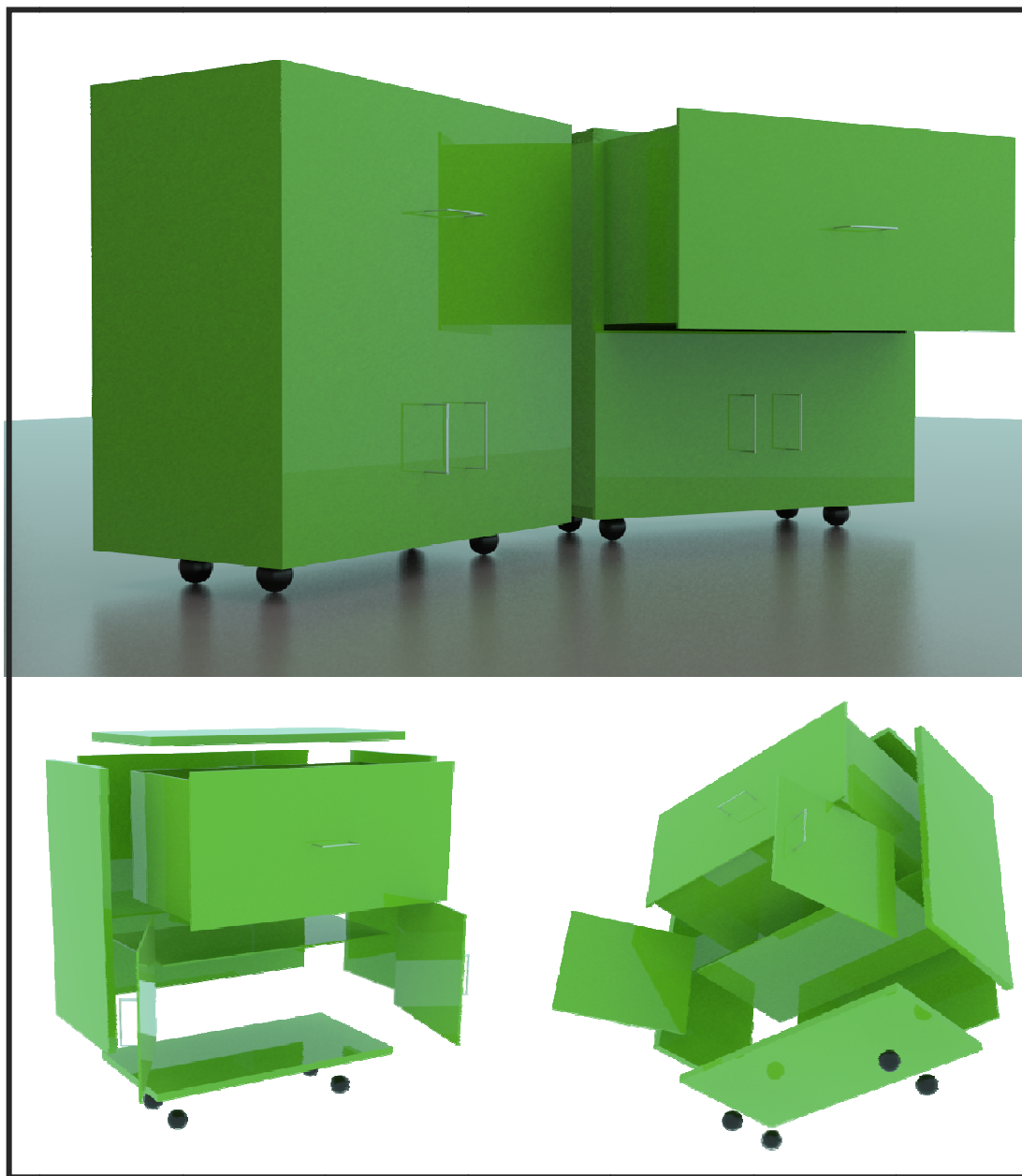


Figura 47. Despiece base fija 2



Bases móviles

Figura 48. Despiece base móvil

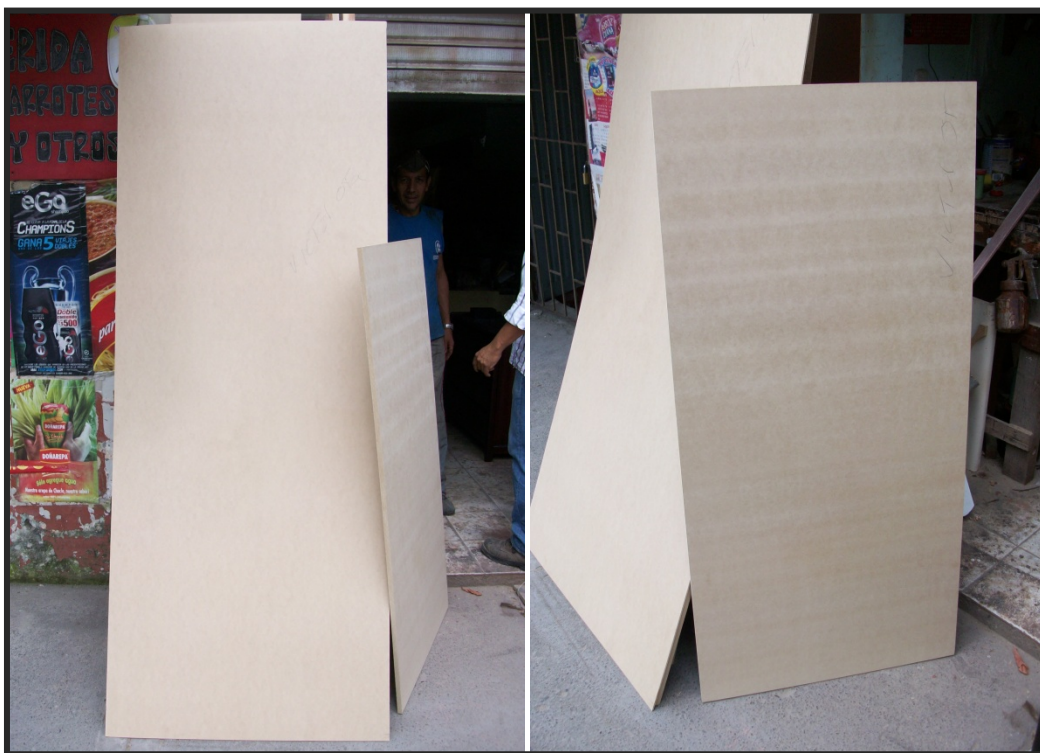


ETAPA DE PRODUCCIÓN

DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Tras tener correcta y revisada la planimetría correspondiente al proyecto, se realizaron los primeros cortes en las láminas de mdf de 15 mm; inicialmente se cortaron todas las piezas genéricas (las que se repiten varias veces) y son completamente rectas.

Figura 49. Cortes



Después con un marcador, se hicieron indicaciones (se marcaron puntos) donde se debían hacer perforaciones y ubicar los tornillos; luego comenzaron a ensamblarse y atornillarse las piezas para dar forma a la base fija.

Figura 50. Ensamble 1



Simultáneamente se fijaron y adaptaron los entrepaños y límites de superficies internos que eran necesarios.

Figura 51. Ensamble 2



Se cortaron y armaron cada uno de los cajones que hacen parte de la base fija.

Figura 52. Cajones base fija



Después de tener listos los cajones, se situaron encajados en la base fija para rectificar medidas y evitar errores durante el proceso de enriado; inmediatamente se repite todo el proceso para los cajones del otro lado de la estación de trabajo.

Figura 53. Acople



Luego se procede a instalar los rieles en cada cajón y en la base fija, se ensamblan, se engrasan y se ponen a prueba.

Figura 54. Ensamble rieles



Posteriormente se construyeron las bases móviles con un proceso similar al de la base fija, primero el corte, luego las indicaciones y el armado, después enrielado, y finalmente el montaje.

Figura 55. Base móvil



Finalmente se resanan y/o enmasillan todas las piezas para que queden listas para posteriormente pasar al proceso de pintura y acabados; en este punto se tapan y sellan todas las imperfecciones o irregularidades que pudiera tener la madera o que se pudieran presentar durante el corte de las piezas, hecho esto, se lijan y se limpian todas las piezas.

Figura 56. Resane



El último proceso de la producción es la pintura y herrajes, primero se cubren todos los mecanismos con cinta de enmascarar para protegerlos, después se pintaron todas las piezas (base fija y base móviles) con una capa de pintura blanca, luego se lijaron nuevamente, se limpiaron y después se aplica otra capa de pintura del color correspondiente a cada módulo; finalmente, cuando ya están secas las piezas, se fijan todas las manijas y se arma por última vez el prototipo.

Figura 57. Pintura



PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO

Con el fin de optimizar los tiempos de producción y masificar el producto, se establece o propone una línea de producción de siete (7) procesos, que en estado ideal serían automatizados; sin embargo pensando en la tecnología disponible en la región y en la capacidad de inversión del productor, se plantea una proyección de costos bajo las especificaciones descritas en la línea de producción pero desarrolladas en algunos procesos de manera manual o convencional.

Propuesta línea de producción.

1. Corte de piezas

Esta tarea puntual se propone realizarla mediante corte con maquinaria cnc (control numérico computarizado) de bajo consumo eléctrico, que funciona con una fresa rotatoria de alta velocidad, ya que en la región, resulta más económico que el corte laser y los acabados que ofrece son ideales para este proyecto.

Se debe cortar la totalidad de las piezas necesarias para desarrollar completamente la estación de trabajo y se debe almacenar por paquetes ordenados (una estación completa).

2. Indicadores y señalización

Este proceso, consiste en hacer marcas distintivas codificadas por color que le indiquen al operario la disposición de las piezas para formar el volumen, también en qué puntos debe poner tornillos y en cuales debe fijar la pieza con puntillas, de esta manera se agilizaría el proceso pues el operario se encargaría y

se especializaría en una sola tarea, podría terminarla más rápido y así continuaría de manera más eficiente la línea de producción.

3. Para esta tarea, otro operario, se encargaría de fijar tornillos y puntillas en los puntos que han sido indicados en el paso inmediatamente anterior y de esta manera conseguir todos los volúmenes que requiere el proyecto.

Adicionalmente se instalarían los rieles en las piezas que los requieran (esto sería obligatorio sin importar el medio de distribución que se elija)

4. Resane

En este paso se deben lijar y pulir todas las piezas, luego resanarlas o enmasillarlas para que queden listas para recibir posteriormente la pintura; para esta tarea también se propone un operario pues este mismo podría hacer control de calidad al proceso hasta este punto.

5. Pintura

Este proceso vuelve a ser nuevamente automatizado, se propone que se haga con pintura de poliuretano aplicada a través de un túnel lineal lo suficientemente largo para que cuando el modelo salga al otro lado ya se encuentre seco gracias al sistema de ventilación implementado en el túnel.

El tanque de pintura contaría con marcas y sensores que indicarían en qué momento es suficiente para pintar completamente el producto, de esta manera el color puede ser seleccionado por el usuario o por el productor.

6. Instalación de herrajes y mecanismos (solo en caso de llevar a cabo totalmente el paso 3)

Una vez listas todas las piezas y volúmenes se instalan las manijas, bisagras y rodachines en los puntos que se han marcado en el paso 2 para concluir con esto el proceso constructivo del producto.

7. Control de calidad

Este es el último de los pasos de la línea de producción, en este punto, el producto debe ser sometido a un riguroso control de calidad en el que se evaluarían los aspectos formales, estructurales, funcionales y estéticos; de esta tarea se encargaría un profesional especializado que sería quien decide si el producto cumple o no con las características propias del elemento y puede ser puesto en venta.

COSTOS

Costeo prototipo

Figura 58. Costeo prototipo

COSTOS FIJOS (CF)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Alquiler de maquinaria	8 días	5.000	40.000
TOTAL CF			40.000

COSTOS VARIABLES (CV)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Materia prima total			336.600
Madera mdf 15 mm	2 láminas	80.400	160.800
Madera mdf 3mm	1 lámina	22.050	22.050
Tornillos	5 docenas	1.500	7.500
Puntillas	½ lb	3.000	3.000
Carpincol MR-60	1 botella	3.750	3.750
Vidrio	1 lámina	9.000	9.000
Manijas	14 und	1.100	15.400
Bisagras	8und	200	1.600
Rieles	10 pares	2.450	24.500
Rodachines	4 pares	1.000	4.000
Pintura	1 ½ galón	12.000	18.000
Fórmica	2mt ²	15.000	30.000
Luminarias	2 und	7.500	15.000
Fuentes refrigerantes	2 und	11.000	22.000
Mano de obra directa	44 horas	3.000	132.000
Transporte	-----	10.000	10.000
Imprevistos	-----	9.000	9.000
TOTAL CV			487.600

Determinación del valor de las variables

CF total= 40.000

C total= 40.000 + 487.600

CV Total= 487.600

C total= 527.600

C total= CF total + CV total

Se puede concluir entonces, que el costo total de producción del prototipo de la estación de trabajo para laboratorio de prototipaje rápido experimental es de \$ 527.600 pesos colombianos.

Plan de costos para 10 unidades

Para este plan de costos, se estima que se desarrolle, una estación de trabajo completa por día.

Figura 59. Proyección de costos

COSTOS FIJOS (CF)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Alquiler de maquinaria	10 días	5.000	50.000
TOTAL CF			50.000

COSTOS VARIABLES (CV)	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Materia prima total			2`750.000
Madera mdf 15 mm	20 láminas	68.300	1`366.000
Madera mdf 3mm	10 lámina	16.200	162.000
Tornillos	50 docenas	1.500	75.000
Puntillas	5 lb	3.000	15.000
Carpincol MR-60	5 botellas	3.000	15.000
Vidrio	10 lámina	6.000	60.000
Manijas	140 und	950	133.000
Bisagras	80und	150	12.000
Rieles	100 pares	1.900	190.000
Rodachines	40 pares	800	32.000
Pintura	15 galones	10.000	150.000
Fórmica	20mt ₂	13.000	260.000
Luminarias	20 und	5.000	100.000
Fuentes refrigerantes	20 und	9.000	180.000
Mano de obra directa	80 horas	3.000	240.000
Transporte	-----	60.000	60.000
Imprevistos	-----	15.000	15.000
TOTAL CV			3`065.000

Determinación del valor de las variables

$$\text{CF total} = 50.000$$

$$\text{CV Total} = 3'065.000$$

$$\text{CTotal} = \text{CF total} + \text{CV total}$$

$$\text{CTotal} = 50.000 + 3'065.000$$

$$\text{CTotal} = 3'115.000$$

$$\text{CV unitario} = \frac{\text{CV total}}{\text{Und producidas}}$$

Und producidas

$$\text{CV unitario} = \frac{3'065.000}{10}$$

10

$$\text{CV unitario} = 306.500$$

$$\text{CTotal unitario} = \frac{3'115.000}{10}$$

10

$$\text{CTotal unitario} = 311.500$$

Precio de venta (PV)

$$\text{PVunitario} = \text{CTotal unitario} + \% \text{ Utilidad deseado (UD)}$$

$$PV_{\text{unitario}} = 311.500 + 30\%$$

$$PV_{\text{unitario}} = 311.500 + 93.450$$

$$PV_{\text{unitario}} = 404.950$$

Punto de equilibrio por ingresos (PEI)

$$PEI = \frac{CFT}{(1 - CV_u/PV_u)}$$

$$PEI = \frac{50.000}{(1 - 306.500/404.950)}$$

$$PEI = \frac{50.000}{(1 - 0.7568)}$$

$$PEI = \frac{50.000}{0.2432}$$

$$PEI = 205.592$$

Punto de equilibrio por unidades producidas (PEUP)

$$PEUP = \frac{PEI}{PV_u}$$

$$\text{PEUP} = \frac{205.592}{404.950}$$

$$404.950$$

$$\text{PEUP} = 0.5076$$

Se puede concluir que

- Los costos fijos totales para una producción total de 10 unidades, serían 50.000 pesos colombianos.
- Los costos variables totales para una producción total de 10 unidades, serían 3`065.000 pesos colombianos
- El costo total para una producción total de 10 unidades sería 3`115.000 pesos colombianos.
- El costo variable unitario en una producción de 10 unidades, sería 306.500 pesos colombianos.
- El costo total unitario en una producción de 10 unidades, sería 311.500 pesos colombianos.
- El porcentaje de utilidad deseado por cada unidad, es del 30%, es decir 93.450 pesos colombianos.
- El precio de venta unitario en una producción total de 10 unidades sería 404.950 pesos colombianos.
- Las utilidades totales tras la venta de las 10 unidades, serían de 934.500 pesos colombianos.

CONCLUSIONES

Aplicación del método OWAS para evaluar la estación de trabajo diseñada.

Figura 60. Aplicación método owas

POSICION		FACTOR DE RIESGO
ESPALDA	Derecha	1
	Doblada	1
	Con giro	1
	Doblada y con giro	1
BRAZOS	Ambos brazos por debajo del nivel de los hombros	1
	Un brazo a la altura del hombro o más arriba	_____
	Ambos brazos a la altura de los hombros o más arriba	_____
PIERNAS	Sentado	2
	Parado en las dos piernas rectas	1
	Parado en una pierna recta	_____
	Parado o en cuclillas en dos piernas dobladas.	_____

	Parado o en cuclillas en una pierna doblada	<u> </u>
	Arrodillado	<u> </u>
	Caminando	1

Tras analizar la carga postural de los usuarios en las diferentes posiciones planteadas en el método owas, se puede concluir que no existen riesgos considerables o efectos dañinos en el sistema musculo-esquelético al ejecutar actividades laborales en la estación de trabajo desarrollada en este proyecto de grado y por lo tanto no se hace necesario tomar acciones correctivas a corto plazo.

Ding, da cumplimiento a las necesidades básicas y cotidianas que se presentan en el trabajo de los usuarios dentro del laboratorio de prototipaje rápido experimental.

Responde a los requerimientos planteados dentro del proceso investigativo y proyectual del proyecto.

La implementación de Ding dentro del laboratorio de prototipaje rápido de la UCP, posibilita la continuidad del macro proyecto, pues se convierte en el espacio idóneo para llevar a cabo las actividades y tareas propias del semillero de investigación.

La distribución espacial y la opción de modularidad que brinda la estación de trabajo, le permiten al usuario establecer sistemas de producción o de trabajo eficientes para llevar a cabo sus tareas.

Ding cuenta con suficientes y óptimos espacios para almacenar piezas, insumos, herramientas y demás.

Aunque la estación de trabajo está diseñada especialmente para este proyecto y para ser ubicada dentro del espacio designado para el laboratorio de prototipaje rápido experimental, la modularidad de Ding, le permite ser ubicada en diferentes escenarios ampliando o universalizando su aplicación.

El diseño contempla y/o tiene en cuenta las interacciones y actividades más importantes y cotidianas entre el usuario y los componentes del sistema de trabajo.

Todos los sistemas que requieren ser accionados (cajones, puertas, movilidad de módulos), tienen mecanismos sencillos y livianos que no demandan esfuerzos físicos excesivos y pueden ser usados por cualquier persona.

La estación de trabajo posibilita los procesos proyectuales que requieren desarrollo de diferentes actividades de manera simultánea.

Cuenta con suficiente y adecuado espacio para la exhibición de los prototipos.

Con el diseño y desarrollo de este proyecto, se posibilita la continuidad y el cumplimiento de los objetivos trazados dentro del margen del macro proyecto sobre prototipaje rápido experimental.

Este proyecto de grado ha sido analizado y desarrollado desde diferentes aspectos y conceptos adquiridos a lo largo de la formación académica de los estudiantes de Diseño Industrial de la UCP como lo son:

- Diseño de producto.
- Gestión de diseño.
- Funciones del diseño (práctica, formal-estética, simbólico-comunicativa).
- Diseño conceptual.
- Desarrollo de modelos y maquetas.
- Expresión digital.
- Aplicación de metodologías proyectuales.
- Identificación, investigación y análisis de problemáticas de diseño.
- Análisis del estado de arte.
- Diseño estructural.
- Uso y manejo de madera.
- Diseño de sistemas productivos.
- Diseño ergonómico/Ergonomía de producción.
- Costeo del producto.
- Entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Arhneim, Rudolf. (2001) Arte y Percepción Visual. Ed. Alianza Forma. Madrid
- Munari, Bruno. (1983)¿Cómo Nacen Los Objetos? Ed. Gustavo Gili. 2º Edición. Roma
- Parra Plaza, Javier. (2003) Programación en bajo nivel. Sentencias Condicionales. Pontificia Universidad Javeriana. Cali
- Prieto Espinosa A., Loris Ruiz, A., Torres Cantero, J. (2006) Introducción a la informática Mc Graw Hill. (4ª Ed.). Madrid.
- Ergonomía (2010). *Unidad 5. Antropometría*. Extraído desde <http://ergonomia2010.wordpress.com/2010/05/06/unidad-5-antropometria/>
- Gibbons, A. (2006). *Three dimensional printing at the advanced media studio*. Extraído desde Connect, Information Technology at New York University, de http://www.nyu.edu/its/pubs/connect/fall06/gibbons_printing.html
- Sasson, R. (2005). *Puesto de trabajo*. Extraído desde Monografías.com, de <http://www.monografias.com/trabajos31/puesto-de-trabajo/puesto-de-trabajo.shtml>
- Slideshare (2009). Evaluación del puesto de trabajo. Disponible en <http://www.slideshare.net/guestad5ecc/evaluacion-puesto-de-trabajo><http://fragowb.wordpress.com/2008/06/01/estacion-de-trabajo-surf-chair/>
- Técnicas de planificación (2010). *Diagrama de Gantt*. Disponible en <http://gerencia-cultural-lpv.blogspot.com/2011/12/diagrama-de-gantt.html>

- CEEIARGON,(2012).Disponible en
<http://www.ceeiaragon.es/ceeiaragon/ceeiaragon.nsf/paginas/A9FAE566965C36F9C1256F460043687C?OpenDocument>
- Córdoba Cely, Carlos Andrés y Bonilla Mora, Harold, (2012). Disponible en
http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auspicios_publicaciones/actas_diseno/articulos_pdf/A4115.pdf