

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

“APLICACIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS EN EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO PARA LA EMPRESA EMFALU”

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

ING. FAUSTO MARCELO LUDEÑA GRANJA

DIRECTOR: ING. PEDRO ENRIQUE BUITRÓN FLORES MSc.

Quito, diciembre 2017

© Escuela Politécnica Nacional 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Fausto Marcelo Ludeña Granja, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. Fausto Marcelo Ludeña Granja

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ing. Fausto Marcelo Ludeña Granja, bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Enrique Buitrón Flores MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la empresa EMFALU y todo su personal por su apoyo incondicional en el desarrollo del presente proyecto.

Agradezco a todos los docentes y compañeros que durante el desarrollo de la Maestría compartieron su conocimiento y experiencia que ayudaron a incrementar el mío. En forma particular al ingeniero Pedro Buitrón por su guía y ayuda en el desarrollo del presente proyecto.

Agradezco a Mónica, María José y Ana Emilia, mi familia cercana por su apoyo constante, amor y cariño que permitieron lograr esta nueva meta en mi vida.

DEDICATORIA

A Mónica, María José y Ana Emilia mi esposa e hijas por su amor, cariño, alegría y comprensión día a día.

A mis Padres por ser quienes me dieron la vida y con su ejemplo han sabido guiarme. A mis Hermanos Margoth y José que junto a sus familias estamos cumpliendo con los sueños de nuestros Padres.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| RESUMEN | VIII |
| INTRODUCCIÓN | IX |
| 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 1 |
| 1.1. Diseño de nuevos productos | 1 |
| 1.1.1 Importancia de nuevos productos en la empresa | 1 |
| 1.1.2 El proceso de desarrollo de nuevos productos | 4 |
| 1.1.2.1 Organización para desarrollo de nuevos productos | 6 |
| 1.1.2.2 Identificación de necesidades de los clientes | 7 |
| 1.1.2.3 Generación de conceptos | 8 |
| 1.1.2.4 Generación de nuevas ideas | 10 |
| 1.1.2.5 Selección de nuevas ideas | 12 |
| 1.2. Diseño de experimentos para el desarrollo de nuevos productos | 17 |
| 1.2.1 Diseño robusto | 17 |
| 1.2.2 Diseño de experimentos | 18 |
| 1.2.2.1 Identificación de factores | 21 |
| 1.2.2.2 Desarrollo del plan experimental | 22 |
| 1.2.2.3 Realización del experimento | 24 |
| 1.2.3 Diseño factorial 2 ^k | 25 |
| 1.2.4 Análisis estadístico de los datos | 27 |
| 1.2.5 Evaluación financiera | 29 |
| 2 PARTE EXPERIMENTAL | 31 |
| 2.1 Situación actual en la empresa | 31 |
| 2.2 Planificación del producto | 31 |
| 2.2.1 Establecimiento del concepto del producto | 31 |
| 2.2.2 Definir el producto | 32 |
| 2.2.3 Determinar las especificaciones | 33 |
| 2.3 Aplicación del diseño de experimentos para evaluar el concepto del producto | 34 |
| 2.3.1 Determinar las variables del proceso | 34 |
| 2.3.2 Desarrollar el experimento | 35 |
| 2.4 Propuesta final del producto | 36 |
| 2.4.1 Documentar el producto | 36 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.4.2 | Lista de materiales | 37 |
| 2.4.3 | Gráfica del producto | 37 |
| 2.5 | Evaluación financiera del resultado | 38 |
| 2.5.1 | Costeo del producto | 38 |
| 2.5.2 | Utilización del flujo de caja para la evaluación | 38 |
| 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| 3.1 | Situación de la empresa | 39 |
| 3.2 | Planificación del producto | 43 |
| 3.2.1 | Establecimiento del concepto del producto | 44 |
| 3.2.2 | Definición del producto | 53 |
| 3.2.3 | Determinación de las especificaciones | 57 |
| 3.3 | Aplicación del diseño de experimentos para evaluar el concepto del producto | 61 |
| 3.3.1 | Determinación de los factores del proceso | 61 |
| 3.3.2 | Desarrollo del experimento | 64 |
| 3.4 | Propuesta final del producto | 74 |
| 3.4.1 | Documentación del producto | 74 |
| 3.4.2 | Lista de materiales | 77 |
| 3.4.3 | Gráfica del producto | 79 |
| 3.5 | Evaluación financiera del resultado | 84 |
| 3.5.1 | Costeo del producto | 84 |
| 3.5.2 | Utilización del flujo de caja para la evaluación | 87 |
| 4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 90 |
| 4.1 | Conclusiones | 90 |
| 4.2 | Recomendaciones | 92 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 93 |
| | ANEXOS | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| Tabla 1.1. Matriz de comparación (Suponer que el criterio 1 domina al criterio 2) | 15 |
| Tabla 1.2. Escala de Saaty de importancia relativa | 16 |
| Tabla 1.3. Matriz de comparación total | 16 |
| Tabla 1.4. Tabla de índices de consistencia aleatoria (IR) (Saaty, 2005) | 17 |
| Tabla 1.5. Familia de diseños factoriales 2^k ($k \leq 5$) | 26 |
| Tabla 1.6. Réplicas o corridas en la familia de diseños 2^k | 27 |
| Tabla 1.7. ANOVA de un diseño factorial 2^2 | 28 |
| Tabla 1.8. Interpretación de resultados del VAN y TIR | 30 |
| Tabla 3.1. Matriz de afinidad de necesidades de los clientes | 48 |
| Tabla 3.2. Características y sub características de calidad por necesidad | 50 |
| Tabla 3.3. Escala de relaciones para la matriz necesidades versus características | 51 |
| Tabla 3.4. Lista de necesidades y métricas | 58 |
| Tabla 3.5. Hoja inicial de especificaciones de estantería | 60 |
| Tabla 3.6. Valores de los niveles de cambio en los factores controlables | 62 |
| Tabla 3.7. Datos para corridas experimentales | 65 |
| Tabla 3.8. Resultados obtenidos con las corridas experimentales | 67 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla 3.9. | Hoja de especificaciones final de estantería | 75 |
| Tabla 3.10. | Primer dígito por tipo de material | 76 |
| Tabla 3.11. | Segundo dígito por procedencia | 77 |
| Tabla 3.12. | Tercer dígito por parte | 77 |
| Tabla 3.13. | Codificación de partes | 78 |
| Tabla 3.14. | Lista de materiales para mueble MBL-001 | 79 |
| Tabla 3.15. | Costo de materiales para mueble MBL-001 | 85 |
| Tabla 3.16. | Actividades del proceso de preparación de partes del mueble MBL-001 | 86 |
| Tabla 3.17. | Costo de mano de obra y maquinaria | 86 |
| Tabla 3.18. | Costo total del mueble MBL-001 | 87 |
| Tabla 3.19. | Valores de inversión inicial | 87 |
| Tabla 3.20. | Flujo de fondos esperado para cinco años | 88 |
| Tabla 3.21. | Valores calculados del VAN y TIR del proyecto | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | PÁGINA |
|---------------------|---|---------------|
| Figura 1.1. | Ciclo de vida de un producto | 2 |
| Figura 1.2. | Proceso de desarrollo del producto | 5 |
| Figura 1.3. | Matriz de calidad en QFD | 8 |
| Figura 1.4. | Herramientas y tácticas utilizadas dentro de la fase de conceptualización | 10 |
| Figura 1.5. | Distribuciones de fuentes de oportunidades en innovación | 11 |
| Figura 1.6. | Ejemplo de jerarquía de criterios / objetivos | 15 |
| Figura 1.7. | Modelo general de proceso o sistema | 19 |
| Figura 1.8. | Clasificación de los diseños experimentales | 23 |
| Figura 3.1. | Organigrama de la empresa EMFALU | 43 |
| Figura 3.2. | Entrevistados por género | 45 |
| Figura 3.3. | Entrevistados por rangos de edad | 45 |
| Figura 3.4. | Qué debería cumplir el tablero para ser comprado | 46 |
| Figura 3.5. | Matriz de compración de criterios | 49 |
| Figura 3.6. | Matriz de comparación de criterios total | 49 |
| Figura 3.7. | Matriz de QUE 's vs CÓMO 's | 51 |
| Figura 3.8. | Matriz de comparación de factores del producto | 54 |
| Figura 3.9. | Matriz de comparación total de factores del producto | 54 |
| Figura 3.10. | Matriz de afinidad de ideas de producto | 56 |
| Figura 3.11. | Matriz QUE's vs CÓMO's de ideas de producto | 57 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Figura 3.12. | Diagrama de proceso | 63 |
| Figura 3.13. | Relación desperdicio - precio | 63 |
| Figura 3.14. | Diseño factorial | 64 |
| Figura 3.15. | Cantidad y dimensiones de piezas del mueble | 65 |
| Figura 3.16. | Resultados de optimización corrida 4 | 66 |
| Figura 3.17. | Resultados de optimización corrida 4 - Ampliados | 67 |
| Figura 3.18. | Gráfica normal de los efectos | 68 |
| Figura 3.19. | Diagrama de Pareto | 69 |
| Figura 3.20. | Diagrama de Pareto de efectos significativos | 70 |
| Figura 3.21. | Diagrama de efectos principales | 71 |
| Figura 3.22. | Diagrama de efectos principales | 72 |
| Figura 3.23. | Diagrama de cubos | 73 |
| Figura 3.24. | Datos y resultados en la corrida 8 | 73 |
| Figura 3.25. | Estructura del código de las partes | 76 |
| Figura 3.26. | Árbol de estructura del producto | 80 |
| Figura 3.27. | Diagrama de montaje del producto | 81 |
| Figura 3.28. | Plano de corte del tablero | 82 |
| Figura 3.29. | Partes para el mueble MBL - 001 | 82 |
| Figura 3.30. | Mueble terminado | 83 |
| Figura 3.31. | Desperdicio del tablero de madera | 84 |
| Figura 3.32. | Diagrama de proceso para preparar las partes del mueble MBL-001 | 85 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| ANEXO I Guía para entrevista a potenciales clientes | 98 |
| ANEXO II Lluvia de ideas para definir necesidades del cliente | 99 |
| ANEXO III Lluvia de ideas para definir concepto del producto | 101 |
| ANEXO IV Lluvia de ideas para definir producto | 103 |
| ANEXO V Datos para las corridas experimentales | 106 |
| ANEXO VI Planos del producto y partes | 112 |
| ANEXO VII Plano de montaje del producto | 118 |

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue la utilización del diseño de experimentos en el desarrollo de un nuevo producto, para la empresa EMFALU. La empresa se dedica a la venta de tableros de madera y accesorios para carpintería. Se realizaron entrevistas a los clientes que junto a la experiencia del personal se llegó a determinar que el 52% deseaban tener un producto con varias aplicaciones y un 25% prefería sea fácil de usar. Con esta información y el uso de la primera matriz del QFD, se generó la matriz de QUE's vs COMO's, obteniéndose las características de calidad que han permitido satisfacer los requerimientos expresados por los clientes; esto se utilizó para llegar al concepto del producto con el cual se generaron ideas. Se tomó la de mayor ponderación, 5.64, para establecer que se debió vender los tableros a través de la realización de un mueble. A continuación, se precisaron los factores que intervinieron en la reducción del desperdicio del tablero que representa un menor precio al cliente, se utilizó el diseño de experimentos factorial 2^k para analizar las posibles combinaciones de los dos niveles en los cuales cambian. A continuación, se realizaron las corridas para lograr los resultados de la variable de salida, desperdicio. Con lo logrado y el uso del software Minitab 16 se obtuvo el diagrama de Pareto, que permitió definir el comportamiento de los factores y su interrelación. Se consiguió la combinación que entregó como resultado un 17,31% de desperdicio del tablero para la fabricación del mueble, con esto se preparó la hoja de especificaciones final, así como la lista de materiales a utilizarse para la fabricación del producto. Se complementó la propuesta del nuevo producto, con el análisis económico del planteamiento y las proyecciones estimadas de ventas futuras con lo cual se generó el flujo de fondos para su evaluación, obteniéndose un valor positivo del VAN, US\$ 3 685,31 y un TIR del 30% que demostraron que fue rentable y se recuperaría la inversión realizada, por lo tanto, se recomendó implementar la propuesta del nuevo producto por parte de EMFALU y preparar el plan comercial para su lanzamiento y comercialización.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo económico y tecnológico existente en la actualidad, se han presentado cambios en las necesidades de los potenciales clientes o usuarios de productos y servicios, esto implica que las empresas deben ser capaces de identificarlas para luego convertirlas en productos y preferiblemente de bajo costo (Ulrich y Eppinger ,2012, p. 2). En este ambiente competitivo y globalizado, el desarrollo de nuevos productos es una estrategia utilizada por muchas empresas para mantenerse vigentes en el mercado que atienden, bajo estas circunstancias existen diferentes metodologías probadas especialmente en las grandes empresas. Experiencias que pueden ser utilizadas por las PYMES que tienen limitaciones en sus recursos, en el presente estudio se tiene el apoyo de la empresa EMFALU, una PYME que vende tableros de madera y accesorios para realizar muebles en general, que tiene claro la ventaja de utilizar la estrategia de innovar y crear nuevos productos para mantenerse vigente. Para el estudio se utiliza el diseño de experimentos en el desarrollo de un nuevo producto, “el diseño factorial completo a dos niveles es una metodología de exploración que permite determinar la influencia sobre el resultado de las variables experimentales y sus interacciones” (Rojas, Tripaldi, Pérez y Quinteros, 2012, p. 52); realizar la planificación que permita determinar las necesidades del cliente y con esto plantear el concepto del producto con el cual se genera la idea del producto. Al existir varias alternativas de conceptos y de ideas de producto, se utiliza uno de los procesos de clasificación como es el Proceso Analítico de Jerarquización (PAJ) para ordenarlas y con el uso de la primera matriz del QFD (Quality Function Deployment) se orienta el trabajo sobre una sola opción de producto, en la cual se aplica el diseño de experimentos factorial 2^k completo para analizar y determinar la influencia del cambio en los dos niveles de cada factor sobre la salida del proceso en estudio. Los resultados ayudan a comprender que factor se puede cambiar para mejorar el resultado. Se complementa con los conocimientos adquiridos en el transcurso de la Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad, para proceder a definir las especificaciones técnicas, lista de materiales y árbol de estructura del nuevo producto junto a los planos para su implementación. Antes de efectuar la producción del nuevo producto

se debe evaluar la factibilidad económica a través de la utilización del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La utilización de estos índices necesita se prepare el flujo de fondos que se genera al momento de llevar a cabo el proyecto, sin olvidarse de la inversión que se debe hacer para el diseño del nuevo producto con esta herramienta, se recuerda que se trata de flujos netos, es decir ingresos menos egresos (Aguirre, 2011, p. 49). Se prepara el diagrama del proceso que ayuda a determinar los costos de fabricación propuestos inicialmente. Una vez que se implemente y se defina el proceso de fabricación debe ser mejorado. Si los resultados son positivos, también lo será para la empresa en la cual se hace el estudio y se recomendará su implementación.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 DISEÑO DE NUEVOS PRODUCTOS

1.1.1 IMPORTANCIA DE NUEVOS PRODUCTOS EN LA EMPRESA

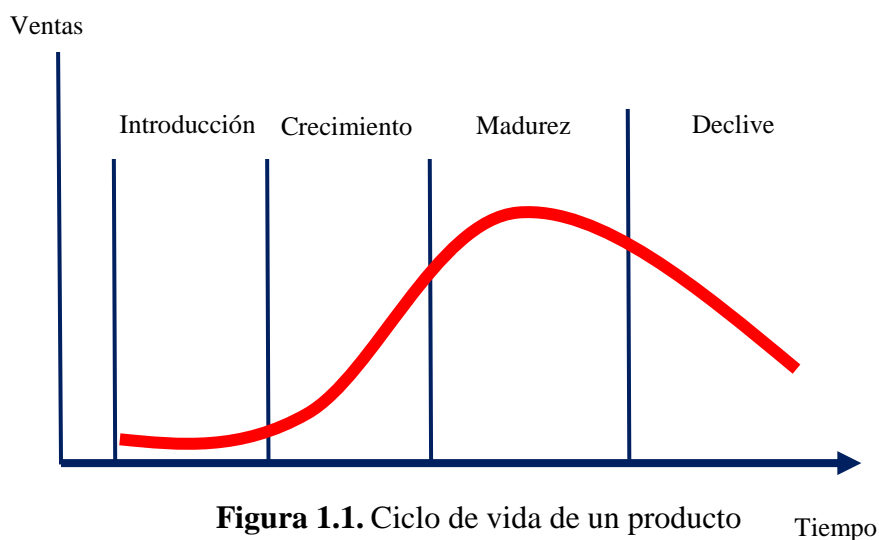
Cada día existen cambios y obliga a que todos busquen alternativas que les permita ser competitivos, esto es necesario tanto para las personas como para las empresas y hay varios caminos, uno de ellos es empezar a desarrollar una metodología nueva completamente que tendrá su costo por el tiempo que toma así como por los recursos necesarios para hacerlo, sin embargo, la otra alternativa es utilizar la experiencia y conocimiento que se ha generado en los diferentes ámbitos y que son compartidos a través de libros y publicaciones que permite aplicarlos para obtener resultados prácticos deseados.

Hay diferentes estrategias que dan lugar a que las empresas se mantengan activas y presentes en el mercado. Una de ellas es la introducción de nuevos productos, algo que no es nuevo, como concepto se lo encuentra en bibliografía antigua, Kotler y Armstrong (1994) indican “Una compañía tiene que ser buena en el desarrollo de nuevos productos. También debe manejarlos para enfrentar los cambios en los sabores, tecnología y competencia” (p.314); lo que ha variado es el cómo hacerlo, basado en las nuevas circunstancias presentes en el mercado como a las experiencias y herramientas que existen ahora.

En la actualidad lo resumen Porter y Scott (2006), “la innovación se ha convertido en el desafío de la competitividad global. Para gestionarla bien, las empresas deben aprovechar el poder de la ubicación en el terreno de la creación y comercialización de nuevas ideas” (p. 7). Esto es visible en el día a día con la llegada de nuevos productos al mercado en general y es la innovación la que permite ver como viejos a productos que son desplazados por otros que satisfacen de mejor manera las necesidades de los clientes.

Pero que se entiende por un producto nuevo, lo define Kotler et al. (1994) “significa un producto original, productos mejorados, productos modificados y nuevas marcas que la firma desarrolla a través de su propia investigación o esfuerzos de desarrollo” (p. 314). En bibliografía actual se indica que lo importante es satisfacer las necesidades y gustos de los clientes que van cambiando con la introducción de nuevas tecnologías, cambios en el medio ambiente y su relación con el ser humano, consideraciones éticas y condiciones de mercado.

La mejor forma de comprender lo que sucede con los productos y el mercado es utilizar otro concepto que se ha mantenido en el tiempo, este es el ciclo de vida de un producto, como se muestra en la Figura 1.1, que ayuda a entender lo importante para las empresas el desarrollar nuevos productos y evitar llegar al declive del mismo y sus ventas disminuyan rápidamente, contrario al poder aprovechar el aumento de las ventas en las etapas de introducción y crecimiento.



El ciclo de vida del producto describe el estado con el paso del tiempo y se lo divide en cuatro partes que son:

Introducción: Cuando el producto está en la fase de ingresar al mercado para satisfacer necesidades de los clientes, se hacen las modificaciones y cambios necesarios para cumplir con los requerimientos deseados,

se realiza la estrategia de ingreso a través de los diferentes canales. En este estado los clientes no conocen claramente el producto y será necesario establecer acciones de comunicación y promocionarlo en función de sus ventajas. Se deberá invertir en campañas que generen ventas, las mismas que tienen un crecimiento lento.

Crecimiento: Estado en el cual las ventas se incrementan rápidamente puesto que el producto ya es conocido y deseado por los clientes. Los primeros en estar en el mercado son los que mejores resultados económicos tendrán, razón por la cual también comienzan a aparecer los competidores que pueden hacer pequeños cambios en el producto o en sus estrategias para venderlos y ello disminuirá la rentabilidad por producto vendido.

Madurez: Cuando los niveles de ventas se han estabilizado y la competencia es más fuerte, la rentabilidad por producto es baja, la competencia reduce los precios con la finalidad de atraer clientes, presión que da lugar a que algunos competidores salgan del mercado. Sin embargo, pueden existir algunos competidores que ingresan, pero ello es caro y difícil, los líderes del mercado lo defenderán.

Declive: Es el estado en el cual nuevos productos remplazan a los productos y los niveles de ventas comienzan a decrecer al igual que la rentabilidad por el incremento en el número de competidores que participan en el mercado. Sólo las empresas fuertes pueden lograr mantener estos productos

La duración de este ciclo depende del tipo de producto, así como del mercado al cual está dirigido. Lo importante es que esto sucede con todos los productos, hay que conocer el mercado al que están encaminados, como cambian las necesidades y gustos de los clientes para estar preparados y obtener resultados económicos adecuados a las inversiones realizadas. El desarrollo de nuevos productos es

necesario para que las empresas se mantengan y puedan seguir su generación trabajo y rentabilidad para los diferentes actores en la sociedad.

1.1.2 EL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Dada a la importancia que tiene desarrollar nuevos productos existen muchos estudios e investigaciones que proponen metodologías para su creación, basadas en experiencia y técnicas aplicadas con resultados exitosos. Cada una de ellas enfocadas desde los diferentes actores que existen dentro de las empresas como son el área de mercadeo, producción, financiero y gerencial. Como ejemplo de esto están las siguientes:

- Diseño concurrente
- Despliegue de la función de calidad
- Análisis de valor
- Control estadístico de Procesos
- Análisis de modo de efecto de falla
- Diseño de experimentos (DOE)
- Mejoramiento continuo

Lo que tienen todos en común es satisfacer necesidades de los clientes o usuarios, que cambian constantemente, enfocándose en cada caso en las diferentes actividades que son requeridas dentro del ciclo de vida de un producto. Con el cambio de herramientas para analizar y dar seguimiento, estas metodologías mejoran y dentro de una empresa pueden coexistir.

Es importante que antes de iniciar un proyecto se planifique las acciones que se tomarán para alcanzar el objetivo deseado. En el caso de estudio se trata de un producto físico, discreto y que requiere una manufactura industrial por lo cual se aplica una metodología acorde a esta circunstancia que garantice la calidad, tiempo de perfeccionamiento, costo y capacidad de desarrollo del producto. En esta

circunstancia y para alcanzar un resultado exitoso se debe seguir un método genérico estructurado; uno de ellos es el que se presenta en la Figura 1.2, que resume lo necesario para llegar a entregar un nuevo producto con reducción de los riesgos que se pueden identificar en cada una de las fases.

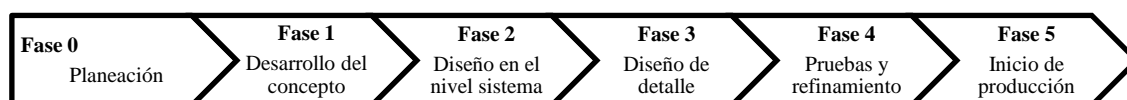


Figura 1.2. Proceso de desarrollo del producto
(Ulrich, 2013, p. 9)

Ulrich y Eppinger (2013) indican que el proceso genérico de desarrollo de un producto tiene seis fases:

Fase cero: planeación, es la identificación de oportunidades en función de la estrategia corporativa que implica, la valoración de los desarrollos tecnológicos y de los objetivos del mercado. El resultado es la declaración de la misión del proyecto que especifica el objetivo, meta comercial, suposiciones básicas y limitaciones.

Fase uno: desarrollo del concepto, consiste en investigar la factibilidad de las ideas del producto, desplegar conceptos de diseño y experimentar prototipos.

Fase dos: diseño a nivel sistema, se enfoca en la generación de diseños alternativos del producto, en la definición de las interfaces principales y en el ajuste del diseño.

Fase tres: diseño de detalles, apunta a definir la geometría de las partes, los materiales y las tolerancias.

Fase cuatro: pruebas y refinamiento, comprende la construcción y evaluación de versiones múltiples de preproducción, que permiten determinar la operación, confiabilidad e identificar cambios de ingeniería necesarios.

Fase cinco: inicio de producción, consiste en realizar el producto en el proceso de fabricación pretendido, de tal forma de capacitar al personal y resolver cualquier problema con lo productivo. (p. 14,15).

En el presente estudio se llegará hasta la fase 3, es decir entregar el diseño detallado del producto que luego pueda ser llevado a pruebas para una posterior producción industrial.

1.1.2.1 Organización para desarrollo de nuevos productos

Además de establecer un proceso para generar nuevos productos es necesario instaurar una organización que permita ejecutarlo. En la bibliografía existente se presentan esquemas que las grandes empresas los practican con resultados reconocidos en el mercado. Sin embargo, cuando es una PYME (Pequeña y Mediana Empresa) se considera que tienen limitaciones en lo referente a habilidades básicas, equipo especializado, dinero y tiempo por cuanto están dedicadas al día a día para que la empresa funcione.

En grandes empresas existen diferentes alternativas de organizaciones formales para el desarrollo de nuevos productos, en las que se encuentran ordenadas por funciones como son mercadeo, producción, diseño, financiero o por proyectos donde se aplica la experiencia de cada persona o grupo en algo específico.

Para el caso de las PYMES se recomienda que el desarrollo de nuevos productos se lo maneje como un proyecto, donde los participantes tengan diferentes habilidades en función de su experiencia. “El equipo de trabajo debe ser capaz de adquirir amplios conocimientos y una diversidad de habilidades que ayuden a tener la versatilidad necesaria para resolver rápidamente una variedad de problemas. Asimismo, este equipo debe tener la capacidad de transferir su aprendizaje a los demás miembros de la organización” (Pineda, 2007, p. 3)

Heizer & Render (2007) indica que los equipos de desarrollo del producto tienen la responsabilidad de alcanzar los requisitos que se fija en el mercado para lograr el éxito. Para el caso de las PYMES se puede considerar la experiencia de los japoneses del trabajo en equipo como el más adecuado para lograr los aspectos de comercialización, manufacturación y servicio postventa del producto. (p. 209)

1.1.2.2 Identificación de necesidades de los clientes

Es el cliente quien a la final tomará la decisión de usar o no un producto o servicio, al iniciar el desarrollo de un nuevo producto es ineludible conocer para qué se lo utilizará; mejor dicho, qué necesidad podrá satisfacer y ser requerido por el cliente sin quedarse en una idea. Existen métodos que permiten identificar estas necesidades, entre estas se tiene:

- Entrevistas
- Grupos de enfoque (Focus group)
- Observar productos alternativos en uso
- Encuestas

Estas herramientas admiten recoger información desde los clientes, luego es necesario traducirlo a un producto o servicio, una metodología utilizada es la llamada QFD que son las siglas en inglés del Despliegue de la Función de Calidad (Quality Function Deployment), Delgado José (2010) lo define como: “ QFD es un método de estructuración de los desarrollos necesarios para crear o modificar un producto / servicio, intentando orientar todos los recursos de la empresa hacia la satisfacción de las necesidades (potenciales o expresadas) de los clientes” (p. 4). En definitiva, esta metodología permite traducir lo que el cliente desea en función de lo que la empresa puede hacer.

QFD se basa en la generación de matrices para relacionar diferentes aspectos que van desde los requerimientos del cliente hasta definir claramente el concepto del

producto y su producción. En la Figura 1.3 se representa la estructura de matriz general utilizada y que traduce los requerimientos del cliente al concepto del producto.

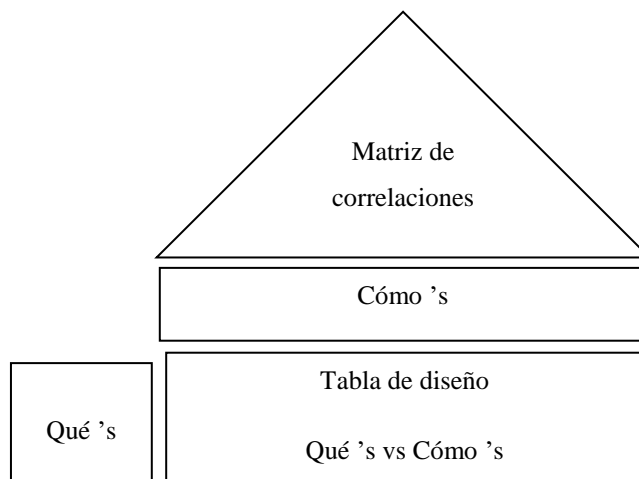


Figura 1.3. Matriz de calidad en QFD
(Delgado, 2010, p. 12)

En el bloque de los QUE's se colocarán los requerimientos y necesidades de los clientes respecto del producto que está en análisis, mientras que en el bloque de los CÓMO's se coloca las características del producto que pueden satisfacer los QUE's; en el techo está la fortaleza con la cual se relacionan los dos elementos para determinar en la tabla de QUE's vs CÓMO's la evaluación de la importancia de cada característica que permite enfocarse en las más importantes para analizar y considerar en el diseño del producto. (Delgado 2010, p. 12, 25, 26)

Hay que destacar que en la matriz de la calidad se integra en un solo gráfico la información de los requerimientos del cliente, características técnicas con los cuales se llega a métricas y hay prioridades para analizar. (Yacuzzi 2013, p. 1)

1.1.2.3 Generación de conceptos

Determinadas las necesidades y requerimientos de los clientes a ser satisfechos, se define el concepto del producto, que es: “una descripción aproximada de la tecnología, principios de trabajo y forma del producto. Es una descripción concisa

de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente” (Ulrich et al. 2013, p. 120).

Con la definición del concepto se proponen ideas que cumplen con las expectativas, se debe tener claro que pueden existir varias soluciones o ideas que cumplan con los requerimientos. Una vez generadas las ideas que se podrán convertir en un producto, se selecciona la que se ajuste mejor a satisfacer las necesidades de los clientes. El establecer un buen concepto del producto reducirá la probabilidad y el espacio en el cual se busque alternativas a ser presentadas a los clientes.

Como lo indica Ulrich et. Al (2013) se deberá evitar las siguientes “disfunciones en la generación de conceptos:

- Consideración de sólo una o dos alternativas, a veces propuestas por los miembros más activos del equipo.
- No considerar cuidadosamente la utilidad de conceptos empleados por otras empresas en productos relacionados o no.
- La participación de sólo una o dos personas en el proceso, que da como resultado una falta de confianza y compromiso por parte de los demás integrantes del equipo.
- Integración ineficiente de prometedoras soluciones parciales.
- No considerar categorías enteras de soluciones.” (p. 121)

“En esta etapa se busca generar un máximo de alternativas para responder a las necesidades encontradas. En esta parte del proceso la creatividad en sus sentidos divergente y convergente es muy importante ya que debe maximizarse el espacio de posibilidades”. (Castaño 2005, p. 70)

El desarrollo del concepto tiene alternativas y herramientas tácticas que ayudarán a consolidar la información a obtener, esto se muestra en la Figura 1.4 (Gómez Jairo, Martínez María, Silva Germán, 2013, p. 12), en este gráfico se tiene el

Brainstorming que es la “lluvia de ideas” en la cual deben participar los diferentes involucrados en el desarrollo del nuevo producto.

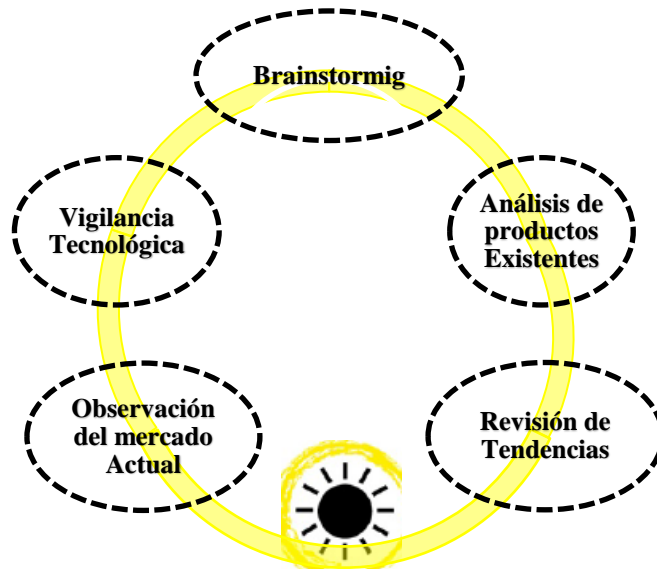


Figura 1.4. Herramientas y tácticas utilizadas dentro de la fase de conceptualización
(Gómez et AL, 2013, p. 12)

Al finalizar y obtener el concepto del producto se tiene claramente determinada una descripción breve de la propuesta que establecerá las características, aspectos técnicos, usos y un perfil del potencial cliente, que es considerado como parte del llamado mix del mercadeo muy utilizado en la comercialización. Definición que se maneja en el desarrollo de una estrategia de mercadeo, llamado “concepto de producto total” en el cual la oferta del producto no es la cosa en sí misma, sino más bien el conjunto total de beneficios obtenidos por el cliente. (Dolan, 2000, p. 56)

1.1.2.4 Generación de nuevas ideas

Cuando se generan ideas también se crean oportunidades basadas en nuevas necesidades detectadas, cambios en la tecnología o en los gustos del mercado. Y no se debe perder de vista que son los usuarios o clientes del producto quienes realmente permitirán el éxito de un producto. Esto se lo denomina actualmente como el Impulso del cliente (Agouridas, V., McKay, A., Winand, H., & de Pennington, A., 2008, p. 21)

Para satisfacer las necesidades de los clientes no necesariamente se trata de crear un producto desde cero, puede ser una opción, sin embargo, hay que considerar las expectativas que tienen los clientes. Como lo dice Castaño (2005) “La sobreabundancia en la oferta y la saturación de los mercados han creado un cliente cada vez más exigente en términos de calidad, de costo y de disponibilidad de nuevos productos en un plazo reducido de tiempo. Estos tres grandes factores hacen que deban conocerse con la mayor exactitud posible las necesidades de los usuarios” (p. 69)

La generación de nuevas ideas debe ser para lograr la mayor cantidad de alternativas posibles que en conjunto con el conocimiento, experiencia, profesiones, disciplinas y habilidades dan lugar a obtener las especificaciones que satisfagan las necesidades del mercado o clientes. Esto junto al análisis de la parte tecnológica y de costos permitirá llegar al producto que se espera sea aceptado y deseado por aquellos clientes que al estudiarlo lo consideren como el más adecuado para satisfacer su necesidad puntual.

Estas oportunidades se encuentran en fuentes internas de la empresa, así como las externas, en la Figura 1.5 se ve claramente que el conocimiento que tienen las empresas de sus propios productos y de sus clientes permite que sean una fuente importante (46%) para obtener innovación.

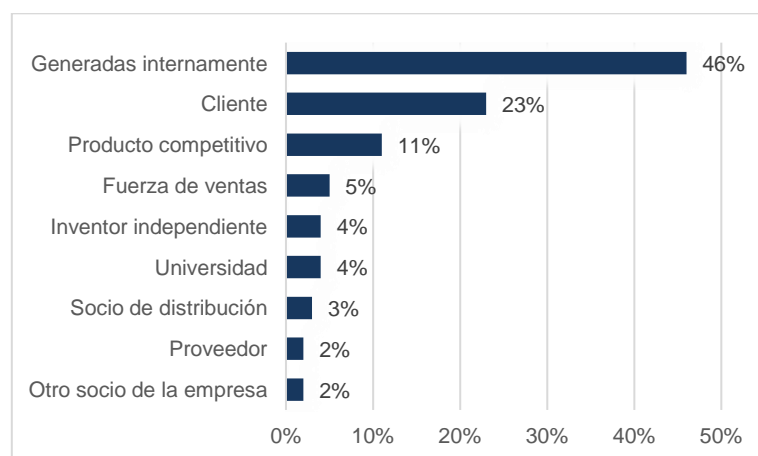


Figura 1.5. Distribuciones de fuentes de oportunidades en innovación
(Ulrich, 2013, p. 42)

Como lo indica Ulrich y Eppinger (2013, p. 42 a 46) hay siete alternativas para la generación de oportunidades, las mismas son:

1. Seguir la pasión personal
2. Elaborar listas de fallas o molestias
3. Sacar oportunidades de las capacidades
4. Estudio de clientes
5. Considerar implicaciones de tendencia
6. Imitar, pero lo mejor
7. Aproveche sus fuentes

Para la generación de ideas se debe considerar el concepto de capacidades dinámicas, que son “los mecanismos mediante los cuales las empresas acumulan, reconfiguran y despliegan nuevas capacidades y constituyen una llamada de atención sobre la necesidad de renovar las capacidades para mantener la adaptación con el entorno” (Álvarez y Merino, 2012, p. 115). La empresa se ve en la necesidad de forjar oportunidades para mantenerse operativa y el proceso de crear un nuevo producto ayudaría en este objetivo.

La principal herramienta utilizada para la generación de ideas es la Lluvia de ideas que también usa las capacidades que se tienen dentro de la organización. Como lo indica Ulrich et. Al (2013) se tienen cinco pasos para su generación y estos son: aclarar el problema, buscar externamente, buscar internamente, explorar sistemáticamente y reflexionar sobre las soluciones y el proceso (p.122).

1.1.2.5 Selección de nuevas ideas

En la literatura en general existen diferentes alternativas para seleccionar ideas, procesos, conceptos, etc. En las cuales se logra obtener de una manera estructurada la que se considera la mejor. En lo relacionado con el campo que corresponde en este estudio, es decidir sobre una idea según lo indicado por el

Departamento de Organización de Empresas, EF y C, Tema2 se deben considerar los siguientes factores:

- **Función a realizar:** Se deben identificar claramente las funciones que el nuevo producto debe desarrollar, establecer jerarquías entre ellas si fuera necesario.
- **Costes:** No deben ser excesivos para el mercado objetivo.
- **Tamaño y Forma:** Deben ser compatibles con la función y ser aceptables y atractivos para el mercado.
- **Calidad:** Debe ser compatible con el propósito. Un nivel excesivo puede encarecer el producto en demasía y una calidad insuficiente dará lugar a reclamaciones o incluso a la falta de aceptación en el mercado.
- **Impacto ambiental:** De acuerdo con este aspecto, el artículo no debería dañar el ambiente o estar envasado en recipientes peligrosos.
- **Producción:** Cuando se diseña un producto, se debe considerar cómo se va a fabricar simultáneamente.
- **Tiempo:** El producto debe estar disponible con rapidez y en cualquier caso, cuando sea requerido. Esta característica especialmente relevante en los servicios, que toma cada vez mayor importancia.
- **Accesibilidad:** Considerar este aspecto lo que se pretende es conocer cómo el cliente va a conseguir el producto o servicio desarrollado.
- **Necesidad de recipiente:** El diseño del recipiente, así como de las diferentes unidades de carga a considerar tendrá especial repercusión en los costes logísticos y además definen en muchos casos el producto final. (p. 11)

Esto se resume en una matriz en la cual se coloca las ideas en las columnas y en las filas los criterios que según los resultados de los requerimientos de los clientes han sido seleccionados. Para clasificar las ideas se tienen diferentes sistemas aritméticos para jerarquizar los resultados como son el nominal, ordinal, intervalo, ratio. Un proceso para trabajar con factores tangibles e intangibles es el llamado Proceso Analítico de Jerarquización (PAJ) (Terninko J., 1997, p. 34 a 39).

“La programación multicriterio, a través del uso del Proceso Analítico Jerárquico, es una técnica para la toma de decisiones en entornos complejos donde se consideran muchas variables o criterios en la priorización y selección de alternativas o proyectos.” Esta metodología es utilizada porque transforma comparaciones que en su mayoría son empíricas en valores numéricos que ya pueden ser analizados con modelos matemáticos. (Vargas R., 2012, p. 5,6)

Este método requiere que se establezca un esquema de jerarquización como se muestra en la Figura 1.6 de tal forma de llegar a la meta luego de realizar comparaciones basadas en los criterios de selección. “El primer nivel define el objetivo principal del problema de decisión y el último nivel usualmente describe las alternativas de decisión o escenarios. Los niveles intermedios pueden contener objetivos secundarios, criterios ó sub criterios relacionados con el problema decisorio. El tomador de la decisión expresa su preferencia comparando la importancia de los elementos de un nivel dado con respecto a los elementos del nivel precedente (comparación por pares). Así mismo, la importancia de cada criterio es comparado con los otros criterios en una matriz de comparación por pares. Todos los juicios de los tomadores de decisiones, son sintetizados en prioridades locales, y estas prioridades pueden expresar la importancia relativa de los criterios entre sí (peso de los criterios) o los índices de preferencia de las alternativas bajo un determinado criterio (peso de la alternativa i considerando el criterio j). Los juicios sobre los elementos de la jerarquía son entonces organizados en matrices de comparación por pares y estiman la preferencia entre dos elementos” (Bastidas, 2013, p. 206,207).

Los resultados que se obtienen de estas matrices de comparación se las puede utilizar con otras herramientas para establecer la jerarquización de los elementos que están en estudio.

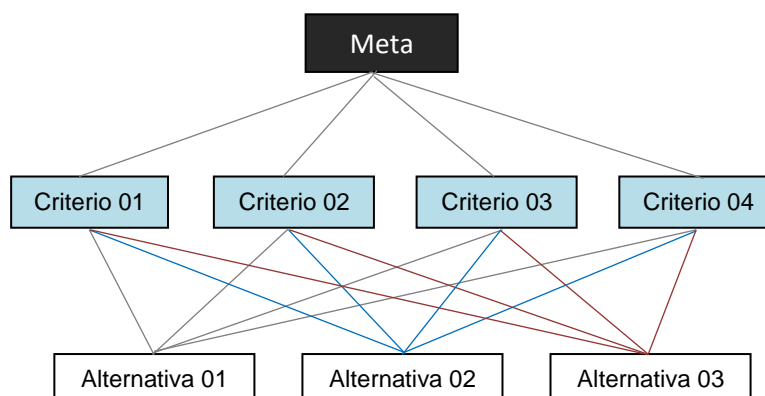


Figura 1.6. Ejemplo de jerarquía de criterios / objetivos
(Vargas, 2012, p. 6)

Se prepara la matriz cuadrada como se presenta en la Tabla 1.1 para la comparación, se coloca en las columnas y en las filas los elementos a comparar, en los casilleros diferentes a la diagonal de la matriz se procede a evaluar en pares y para esto se utiliza la escala de Saaty de importancia relativa presentada en la Tabla 1.2 de la misma se utilizan los números impares para asegurar una diferencia razonable entre los elementos evaluados; los números pares se los usa únicamente en situaciones intermedias.

Tabla 1.1. Matriz de comparación (Suponer que el criterio 1 domina al criterio 2)

| | Criterio 1 | Criterio 2 |
|-------------------|--|-----------------------|
| Criterio 1 | 1 | Calificación numérica |
| Criterio 2 | 1/Calificación numérica (Recíproca) | 1 |

(Vargas, 2012, p. 7)

“El origen “sicológico” de la escala fundamental propuesta por Saaty se encuentra en los trabajos de Weber y Fechner. Los coeficientes 1,2, 3, ... surgen de la ley de Weber-Fechner entre estímulos y sensaciones. Más aún, parece que la respuesta del cerebro humano al activarse las neuronas para evaluar la calidad e intensidad entre las alternativas (amplitud y frecuencia), es similar para los aspectos tangibles e intangibles.” (Jiménez, 2002, p. 14)

Tabla 1.2. Escala de Saaty de importancia relativa

| Valor numérico | Escala verbal | Explicación |
|--------------------|---------------------|---|
| 1,0 | Igual | Los dos elementos contribuyen igualmente |
| 3,0 | Moderado | La experiencia y el juicio favorecen a un elemento sobre otro |
| 5,0 | Fuerte | Un elemento está fuertemente favorecido |
| 7,0 | Muy fuerte | Un elemento domina muy fuertemente sobre otro |
| 9,0 | Extremo | Un elemento está favorecido por al menos un orden de magnitud |
| 2,0 4,0 6,0 8,0 | Valores intermedios | Se usan para el compromiso entre dos juicios |

(Arquero, Álvarez, Martínez, 2009, p. 102)

En la matriz se deberá colocar el valor inverso en el lado opuesto de la diagonal es decir la parte recíproca. Se totaliza por cada columna y con este valor se procede a normalizar cada casillero de la columna de tal forma que su suma sea igual a la unidad, luego por cada fila se encontrará el total y el promedio de sus valores, como se observa en la Tabla 1.3, con este valor se ordena o se establece el peso de cada criterio con el cual se evaluará las alternativas.

Tabla 1.3. Matriz de comparación total

| | Criterio 1 | Criterio 2 | Total | Promedio |
|------------|--------------------------|-----------------------|-------|----------|
| Criterio 1 | 1 | Calificación numérica | | |
| Criterio 2 | 1/ Calificación numérica | 1 | | |
| Total | | | | |

(Terninko, 1997, p. 42)

Para llegar a la meta de la Figura 1.6 se combina los valores de cada alternativa con lo obtenido del orden de los criterios, es decir con los valores de la columna promedio de la Tabla 1.3. A continuación se determina la consistencia de los datos, como lo indica Vargas (2012) con el índice de consistencia (Saaty,2005) para lo cual se calcula el máximo autovalor (λ_{Max}), sumar el producto del vector resultante de los promedios por el total de cada columna de la matriz de comparación, luego se obtiene el Índice de Consistencia (IC) con la fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad [1.1]$$

Donde n es el número de criterios evaluados. Luego se calcula la Tasa de Consistencia (TC) con la relación entre el índice de consistencia y el índice de consistencia aleatorio (IR), que se obtiene de la Tabla 1.4. Si esta tasa es inferior al 10% se considera que la matriz es coherente. (p. 10,11)

$$TC = \frac{IC}{IR} \quad [1.2]$$

Tabla 1.4. Tabla de índices de consistencia aleatoria (IR) (Saaty, 2005)

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| IR | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

(Vargas, 2012, p. 11)

1.2 DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

1.2.1 DISEÑO ROBUSTO

Existen diferentes técnicas para el desarrollo y diseño de un producto, como son: el diseño robusto, el diseño modular, diseño asistido por computadora, fabricación

asistida por computadora, tecnología de realidad virtual, análisis de valor y diseños ecológicos. (Heizer y Render, 2007, p. 211)

Con el desarrollo del concepto de la Calidad y su aplicación en muchas áreas se han presentado he investigado varias alternativas para llegar a la mejora continua. Uno de los Gurús de la calidad el doctor Genichi Taguchi introduce el concepto del diseño robusto, para satisfacer las necesidades de los clientes al exceder sus expectativas de calidad con la utilización del diseño de experimentos.

“El diseño robusto ha sido aplicado con éxito en las etapas iniciales del diseño de productos y procesos con el fin de reducir la variabilidad transmitida que se manifiesta en las etapas de manufactura y uso final del producto perjudicando la productividad y calidad” (Picado, 1993, p. 85)

Lo que se pretende es alcanzar un producto/proceso que no se afecte su desempeño, por la presencia de fuentes de variación no controlables (Gutiérrez. 2008, p. 298). Cuando existe un proceso productivo en general con el tiempo se presentan cambios, lo que se conoce como variabilidad; con esta situación hay un problema estadístico y para poder tomar las mejores decisiones es necesario utilizar métodos de análisis adecuados. (Picado, 1993, p. 85)

1.2.2 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

En muchos problemas de ingeniería se utiliza los conocimientos físicos y químicos fundamentales con los cuales se determina parámetros para el diseño robusto, sin embargo, no es lo más común, en algunos procesos no es factible obtener el modelo matemático que involucre incertidumbre, variaciones y factores de ruido que aparecen bajo condiciones reales. Para esto se utiliza la investigación empírica por medio de experimentos diseñados, para apoyar la toma de decisiones y la precisión de modelos matemáticos. (Ulrich et. Al, 2013, p. 305)

Es decir, es necesario la realización de experimentos para lograr un mejor entendimiento de los procesos o sistemas, para lo cual se debe tener claro que “un experimento puede definirse como una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida” (Montgomery, 2004, p. 1)

Como lo indica Montgomery (2004) en la Figura 1.7 se encuentra el modelo general de un proceso o sistema, en el cual no siempre es factible tener la relación matemática entre las entradas y las salidas, especialmente por los factores controlables y no controlables que siempre existe y están presentes. Donde el proceso es una combinación de máquinas, métodos, personas u otros recursos que transforman las entradas en una salida. (p. 2)

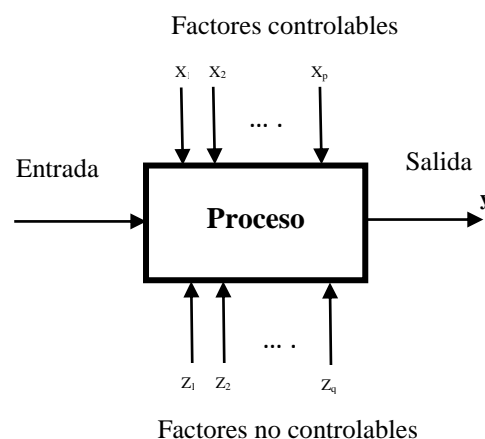


Figura 1.7. Modelo general de proceso o sistema
(Montgomery, 2004, p. 2)

Bajo estas consideraciones se puede establecer la definición: “El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras” (Gutiérrez. 2008, p. 4)

Para realizar la mejora continua como para el diseño robusto existen diferentes herramientas, el diseño de experimentos es una de ellas en el campo del diseño de ingeniería. Entre las aplicaciones en este campo se encuentra:

- Mejoras en el rendimiento del proceso
- Variabilidad reducida y conformidad más cercana con los requerimientos nominales o proyectados
- Reducción del tiempo de desarrollo
- Reducción de los costos globales
- La evaluación y comparación de configuraciones de diseños básicos
- La evaluación de materiales alternativos
- La selección de los parámetros del diseño para que el producto tenga un buen funcionamiento en una amplia variedad de condiciones de campo, para que el producto sea robusto
- La determinación de los parámetros clave del diseño del producto que afectan el desempeño del mismo (Montgomery, 2004, p. 8)

Una vez que se ha justificado el uso del diseño de experimentos para el desarrollo de nuevos productos, como lo sugiere Montgomery, 2004 se deben seguir los siguientes pasos para el diseño de experimentos en general:

- Identificación y exposición del problema
- Elecciones de los factores, los niveles y los rangos
- Selección de la variable de respuesta
- Elección del diseño experimental
- Realización del experimento
- Análisis estadístico de los datos
- Conclusiones y recomendaciones (p. 14)

Que es similar al sugerido por Ulrich et. Al, 2013, p. 307. En forma general al desarrollar un experimento lo importante es la identificación del problema, en

nuestro caso de estudio; este punto es el desarrollo del nuevo producto de una forma robusta. Con esto se contesta las preguntas generales en un proceso de diseño de experimentos como, por ejemplo: ¿Cuál es mi objetivo?, ¿Qué quiero saber?, ¿Por qué quiero saberlo? Esto dirige la atención del trabajo de investigación que se realizará. (Kuehl, 2001, p. 3)

1.2.2.1 Identificación de factores

“En un experimento vamos a encontrar, las cosas que cambian se llaman factores, las condiciones en las cuales se cambian los factores se conocen como niveles, el valor del desempeño de la característica de salida, se llama respuesta y el cambio en la respuesta resultante de un cambio en el nivel del factor, es identificado como efecto” (Napolitano, 2010, p. 63)

Para iniciar el proceso del diseño de experimentos en general es necesario determinar los siguientes factores:

- Factores de control: las variables que son parte del desarrollo normal del proceso y por ende como dice su nombre se las puede controlar o manipular para alcanzar un resultado estimado de acuerdo a las especificaciones de producción y operación del producto. A estos factores se los suele llamar variables de entrada, condiciones de proceso, variables de diseño, parámetros de proceso y que generalmente se los representa por la letra x . Ejemplos son velocidad, rigidez, presión, peso, longitud.
- Factores de ruido: también se los conoce como no controlables y son las variables que no se pueden controlar durante el experimento o el proceso normal de operación del producto. Ejemplos son varianza en la manufactura, cambios en las propiedades de materiales, deterioro y mal uso, condiciones ambientales

- Métricas de desempeño: son las especificaciones de interés del producto que permite evaluar el comportamiento básico del producto acorde a las expectativas del cliente. Ejemplo: dimensiones, color, rotación (Ulrich et. Al, 2013, p. 307; Gutiérrez. 2008, p. 8)

En la determinación de los factores es necesario considerar la experiencia y conocimiento de quien hace el experimento y justamente con su ejecución se llegará a determinar si son o no relevantes. El resultado se puede utilizar en la toma de decisiones si los instrumentos de medición son los adecuados y tan precisos como el proceso lo requiera y establecer las tolerancias para cumplir con el desempeño esperado. (Gutiérrez, 2008, p. 11)

En el gráfico del proceso se tiene que la salida es una función de los parámetros controlables como los de ruido y se lo representa por la siguiente ecuación:

$$Y = f(x_1 \dots x_p; z_1 \dots z_q) \quad [1.3]$$

Y será la función objetivo que permitirá definir el desempeño robusto deseado de acuerdo a los requerimientos del cliente. Se utiliza en la etapa del diseño, pero también se lo puede usar en la fase de producción para controlar los niveles de calidad. (Picado, 1993, p. 88)

1.2.2.2 Desarrollo del plan experimental

Para la implementación de los experimentos existen diferentes planes que han desarrollado los expertos en estadística, entonces se variará los niveles de los factores en estudio durante el experimento, según su objetivo y alcance, para poder analizar el comportamiento del sistema o proceso en estudio. (Ulrich et. Al, 2013, p. 310). En la Figura 1.8 se puede observar la clasificación general de los diseños experimentales.

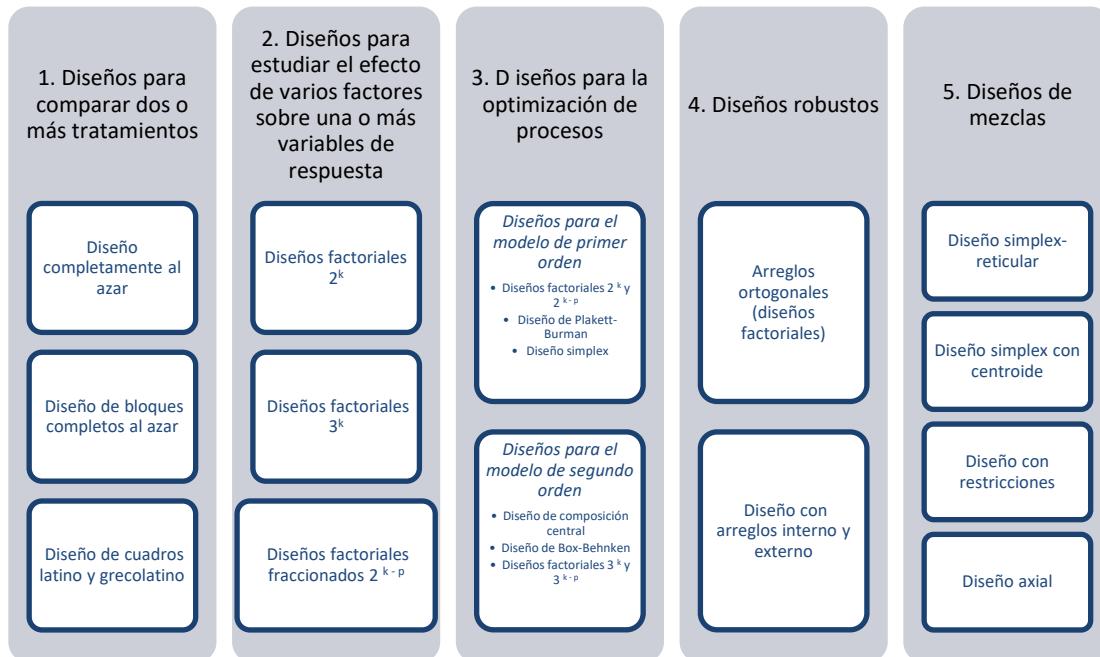


Figura 1.8. Clasificación de los diseños experimentales
(Gutiérrez, 2008, p. 15)

Como lo indica Gutiérrez (2008) los cinco aspectos más influyentes en la selección del plan experimental son:

1. El objetivo del experimento.
2. El número de factores a estudiar.
3. El número de niveles que se prueban en cada factor.
4. Los efectos que interesa investigar (relación factores-respuesta).
5. El costo del experimento, tiempo y precisión deseada. (p. 14)

La utilización del diseño de experimentos da el marco para obtener la información deseada con un número reducido de experimentos. Para establecer el diseño experimental se considera que “el objetivo es ayudar al experimentador a:

- Seleccionar la estrategia experimental óptima que permita obtener la información buscada con el mínimo coste.
- Evaluar los resultados experimentales obtenidos, garantizando la máxima fiabilidad en las conclusiones que se obtengan.” (Ferré & Rius, 2002, p. 2)

1.2.2.3 Realización del experimento

El experimento entrega los resultados deseados si se lo hace bajo consideraciones estadísticas, si la estructura para el experimento tiene fallas, entregará información errada o incompleta (Kuehl, 2001, p. 1). En forma general se puede indicar que el resultado de un experimento (y) tiene un grado de incertidumbre que es el campo de trabajo de la estadística. Para que un experimento sea válido desde el punto de vista estadístico es necesario que se cumpla los principios básicos de un diseño experimental que son:

- Aleatorización: es la piedra fundamental para el uso de métodos estadísticos y es la utilización del azar tanto en la selección de los materiales como en el orden de las corridas del experimento. De esta forma también se puede obtener efectos de los factores no controlables en el proceso.
- Repetición: es replicar o repetir el experimento por más de una vez con una combinación de factores en estudio. Estas repeticiones se las deben hacer de acuerdo a la aleatorización y no necesariamente una detrás de otra. Es importante diferenciar entre realizar varias veces el experimento y hacer varias mediciones del mismo resultado en donde se evaluaría la variabilidad del instrumento de medición. Esto ayuda a determinar la variabilidad natural o llamado error aleatorio presente en el experimento.
- Formación de bloques: se utiliza para mejorar las comparaciones que se hacen entre factores de interés. Se escoge en forma adecuada los factores que pueden afectar el resultado o nulificar uno de ellos con la finalidad de obtener un resultado homogéneo entre los experimentos similares.

Al cuidar que se cumplan estos principios se garantiza los resultados que se obtendrán y se puede utilizar para tomar decisiones. (Gutiérrez, 2008, p. 13)

1.2.3 DISEÑO FACTORIAL 2^k

La realización de un diseño robusto para un nuevo producto requiere el análisis de varios factores en el comportamiento del mismo, lo indica Montgomery (2004) “Los diseños factoriales se usan ampliamente en experimentos que incluyen varios factores cuando es necesario estudiar el efecto conjunto de los factores sobre una respuesta” (p. 218). Los factores pueden ser de carácter cualitativo (máquinas, operador, materiales, alto o bajo, etc.) o cuantitativo (Temperatura, dimensiones, costo, etc.). Cada factor debe tener al menos dos niveles de prueba. Sin perder de vista que el objetivo es el estudio de los efectos e independencia de varios factores de interés sobre una o varias respuestas.

El diseño factorial completo o 2^k tiene un arreglo con k factores de dos niveles cada uno. Este arreglo se lo utiliza cuando los factores a estudiar están entre dos y cinco ($2 \leq k \leq 5$) que da una cantidad manejable de situaciones experimentales. (Gutiérrez, 2008, p. 168). Este diseño experimental da un arreglo matricial con todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores, en este caso son 2 niveles. Gutiérrez (2008) explica la construcción de esta matriz con k columnas y 2^k filas, cada fila es la combinación para realizar los 2^k tratamientos o experimentos. La matriz se presenta en la Tabla 1.5 “considerando una réplica, se construyen de la siguiente manera: en la primera columna, que corresponde a los niveles del factor A, se alternan signos + y –, empezando con – hasta llegar a los 2^k renglones; en la segunda columna se alternan dos signos menos con dos signos más; en la tercera, se alternan cuatro signos menos y cuatro signos más, y así sucesivamente hasta la k -ésima columna compuesta por 2^{k-1} signos –, seguidos de 2^{k-1} signos +” en la cual el signo menos representa el nivel bajo y el signo más representa el valor alto del factor. (p. 192)

Tabla 1.5. Familia de diseños factoriales 2^k ($k \leq 5$)

| Tratamiento | Notación de Yates | A | B | C | D | E | Tratamiento | Notación de Yates | A | B | C | D | E |
|-------------|-------------------|---|---|---|---|---|-------------|-------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | (-1) | - | - | - | - | - | 17 | <i>e</i> | - | - | - | - | + |
| 2 | <i>a</i> | + | - | - | - | - | 18 | <i>ae</i> | + | - | - | - | + |
| 3 | <i>b</i> | - | + | - | - | - | 19 | <i>be</i> | - | + | - | - | + |
| 4 | <i>ab</i> | + | + | - | - | - | 20 | <i>abe</i> | + | + | - | - | + |
| 5 | <i>c</i> | - | - | + | - | - | 21 | <i>ce</i> | - | - | + | - | + |
| 6 | <i>ac</i> | + | - | + | - | - | 22 | <i>ace</i> | + | - | + | - | + |
| 7 | <i>bc</i> | - | + | + | - | - | 23 | <i>bce</i> | - | + | + | - | + |
| 8 | <i>abc</i> | + | + | + | - | - | 24 | <i>abce</i> | + | + | + | - | + |
| 9 | <i>d</i> | - | - | - | + | - | 25 | <i>de</i> | - | - | - | + | + |
| 10 | <i>ad</i> | + | - | - | + | - | 26 | <i>ade</i> | + | - | - | + | + |
| 11 | <i>bd</i> | - | + | - | + | - | 27 | <i>bde</i> | - | + | - | + | + |
| 12 | <i>abd</i> | + | + | - | + | - | 28 | <i>abde</i> | + | + | - | + | + |
| 13 | <i>cd</i> | - | - | + | + | - | 29 | <i>cde</i> | - | - | + | + | + |
| 14 | <i>acd</i> | + | - | + | + | - | 30 | <i>acde</i> | + | - | + | + | + |
| 15 | <i>bcd</i> | - | + | + | + | - | 31 | <i>bcde</i> | - | + | + | + | + |
| 16 | <i>abcd</i> | + | + | + | + | - | 32 | <i>abcde</i> | + | + | + | + | + |

(Gutiérrez, 2008, p. 192)

Con la Tabla 1.5 se procede a realizar las corridas del experimento para obtener el resultado de la respuesta en cada combinación de factores. Se complementa la cantidad de corridas de acuerdo a los recursos existentes como el costo, tiempo y precisión, que son analizadas en detalle en la bibliografía, un buen resumen es el presentado en la Tabla 1.6 especialmente cuando se hace una investigación inicial y exploratoria que dará resultados para un posterior análisis más detallado.

Alcanzar información estadística se lo puede hacer si existe la cantidad de datos entregados durante un tiempo de evaluación y que se den las condiciones necesarias para garantizar la independencia entre cada prueba.

El realizar las corridas con las combinaciones establecidas en la Tabla 1.6 permite que los experimentos contemplen las diferentes alternativas que se pueden tener en los factores controlables y dan lugar a un efecto diferente o no en las salidas del proceso.

Tabla 1.6. Réplicas o corridas en la familia de diseños 2^k

| Diseño | Réplicas recomendadas | Número de corridas |
|--------|---|--------------------|
| 2^2 | 3 o 4 | 12 – 16 |
| 2^3 | 2 | 16 |
| 2^4 | 1 o 2 | 16 - 32 |
| 2^5 | Fracción 2^{5-1} o 1 | 16 - 32 |
| 2^6 | Fracción 2^{6-2} o fracción 2^{6-1} | 16 - 32 |
| 2^7 | Fracción 2^{7-3} o fracción 2^{7-2} | 16 - 32 |

(Gutiérrez, 2008, p. 195)

1.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Con los resultados encontrados de acuerdo al plan experimental se procede a analizar con estadística inferencial, para lo cual se puede utilizar:

- El análisis de varianzas ANOVA
- Gráficos de medias, desviaciones estándar, Pareto
- Obtener el modelo lineal de los efectos
- Comparación de medias
- Se puede definir intervalos de confianza
- Análisis de los residuos

La herramienta utilizada dependerá del tipo de variable o efecto que se analiza para interpretar los resultados. En los diseños factoriales se desea estudiar en forma explícita el efecto combinado de dos o más factores (Mendenhall, 2010, 449), el uso de ANOVA que es “una metodología estadística que permite la comparación

de dos o más medias poblacionales midiendo la variación dentro de las muestras” (Galindo, 2010, p. 213) es lo adecuado. En la Tabla 1.7 está un ejemplo de ANOVA para un caso de $k = 2$ con n réplicas. Los grados de libertad de cada factor es 1 por cuanto tiene únicamente 2 niveles.

Tabla 1.7. ANOVA de un diseño factorial 2^2

| Fuente de Variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F_0 | Valor - p |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------|--------------|
| A | SC_A | 1 | CM_A | CM_A/CM_E | $P(F > F_0)$ |
| B | SC_B | 1 | CM_B | CM_B/CM_E | $P(F > F_0)$ |
| AB | SC_{AB} | 1 | CM_{AB} | CM_{AB}/CM_E | $P(F > F_0)$ |
| Error | SC_E | $4(n - 1)$ | CM_E | | |
| Total | SC_T | $n^2 - 1$ | | | |

(Gutiérrez, 2008, p. 173)

Se considera que las pruebas de hipótesis a comprobar son:

Hipótesis nula H_0 : Efecto $a, b, \dots, k = 0$

Hipótesis alternativa H_1 : Efecto $a, b, \dots, k \neq 0$

Y lo mismo se debe evidenciar para las iteraciones de dos, tres hasta k factores. Con esto se encuentra los factores individuales o las iteraciones que son significativos en la respuesta del proceso. En la Tabla 1.7, F_0 es el estadístico de prueba y valor - p es la significancia observada; si el valor - p es menor al valor escogido de significancia se rechaza la hipótesis nula y por ende ese factor no será significativo para el análisis en estudio caso contrario se lo deberá analizar. (Mendenhall, 2010, 422)

Existen varios paquetes computacionales que sirven para estudiar los diseños 2^k y su posterior tratamiento. Estos entregan la tabla ANOVA, los gráficos, el modelo lineal, etc., con lo cual se discriminan los efectos, así como las interacciones que no influyen en la respuesta y luego se puede hacer un análisis de los más importantes para llegar a un diseño robusto.

El software MINITAB tiene las facilidades para analizar el diseño de experimentos, para su utilización se tiene en su barra de menú la parte ESTADÍSTICAS y dentro del submenú se halla DOE y luego se escoge FACTORIAL y en primera instancia se crea el diseño factorial con la información que se estableció en los ítems anteriores, definir el número de factores y niveles que se tenga. Así se obtiene la secuencia y cantidad de experimentos a realizar según los niveles de cada factor. Con la tabla se realizan las corridas del experimento y se encuentran los resultados de las variables de salida que serán las que se colocará en la hoja de trabajo para luego obtener los resultados, sea esta la ANOVA o los diferentes gráficos que también se consiguen y que serán analizados para generar la información que permite tomar acciones o decisiones. (MINITAB Inc, 2010,5-1 – 5-6)

1.2.5 EVALUACIÓN FINANCIERA

El resultado de la investigación entregará el diseño del producto, pero es necesario evaluar si su implementación es adecuada para la empresa, para ello es importante determinar la parte económica y saber si será financieramente viable. Existen varias alternativas para llegar a determinar esta posibilidad, sin embargo, lo más utilizado es hacer un análisis del valor del dinero en el tiempo y establecer flujos de dinero a futuro. Será necesario la información que presenten desde contabilidad y de las proyecciones comerciales.

Previa la decisión de realizar una inversión a largo plazo es necesario hacer un análisis costo – beneficio, de tal forma se puede lograr la evaluación de alternativas y su posterior selección. Para este estudio se tiene tres componentes que se deben

considerar que son la inversión inicial, las entradas de efectivo operativas y el flujo de efectivo final. (Aguirre, 2011, 48 - 49)

A continuación, se determina dos indicadores que facilitan evaluar los resultados, uno de ellos es el VAN (Valor actual neto) que entrega la diferencia del valor actual de los flujos futuros con la inversión inicial. El otro es el TIR (Tasa interna de retorno) que es la tasa de interés en la cual el VAN es cero. En la Tabla 1.8 está el resumen para interpretar los resultados que se obtengan al realizar el cálculo de cada uno de estos indicadores. (Robayo, 2010, 179 – 182)

Tabla 1.8. Interpretación de resultados del VAN y TIR

| Si el VAN | y la TIR | Entonces |
|-----------|-----------|---|
| $VAN > 0$ | $TIR > 0$ | Recuperamos nuestra inversión y ganamos más de lo que queríamos ganar |
| $VAN = 0$ | $TIR > 0$ | Recuperamos la inversión y obtenemos la ganancia deseada |
| $VAN < 0$ | $TIR > 0$ | Recuperamos nuestra inversión, pero ganamos menos |
| $VAN < 0$ | $TIR = 0$ | Recuperamos nuestra inversión, pero sin ningún beneficio |
| $VAN < 0$ | $TIR < 0$ | Ni siquiera recuperamos la inversión |

(Robayo, 2010, p. 182)

Para determinar los valores de estos indicadores se puede utilizar las herramientas existentes en el software EXCEL. En función de los resultados obtenidos se establecerá las decisiones relacionadas con la implementación o no del proyecto y su propuesta.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 SITUACIÓN ACTUAL EN LA EMPRESA

Es necesario conocer y establecer cómo se encuentra la empresa en lo relacionado a su portafolio de productos y definir cuál es la importancia del desarrollo de un nuevo producto para el futuro inmediato en función del entorno general, así como de las estrategias que maneja.

Obtener la información que justifica el desarrollo de un nuevo producto se logrará a través de entrevistar a quienes administran y dirigen la empresa, antes de la misma será necesario prepararse con información de la empresa, para lo cual se utilizará el internet con su página Web.

Con lo obtenido se presentará un resumen que sintetice la situación actual de la empresa en función del objetivo del presente estudio.

2.2 PLANIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Con el propósito de desarrollar un nuevo producto es necesario planificar, de acuerdo a lo presentado en el primer capítulo. Al tratarse de una PYME se organizará el trabajo como un proyecto, su meta será el diseñar un nuevo producto con un esquema ordenado, con la participación del personal de diferentes áreas de la empresa cuya experiencia ayudará a enfocarse en lo posible.

2.2.1 ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DEL PRODUCTO

La finalidad de un producto es satisfacer necesidades o requerimientos que los potenciales clientes tienen, para identificarlas se lo hará a través de entrevistas

estructuradas que admitirá hallar información que permita descubrir que quiere el cliente. Se las hará en el almacén, por medio del personal de ventas y servicio al cliente, a las personas que lleguen y que muestren interés en solucionar y solventar sus necesidades específicas.

Con los resultados encontrados en las entrevistas junto con la experiencia de los integrantes del grupo de trabajo se preparará la matriz de afinidad que clasificará las necesidades, luego con la matriz inicial del QFD, QUE's vs CÓMO's se traducirá en la descripción concisa de cómo el producto va a satisfacerlas en función de lo que puede hacer la empresa.

Clasificada la información y la importancia para el cliente se orientará a los integrantes del grupo que desarrollará el proyecto y que participará en los pasos siguientes; para conseguir una amplia generación de alternativas y llegar a definir el concepto del producto a ofrecer. Se utilizará la metodología de la lluvia de ideas que, junto a la experiencia de la empresa, creará opciones a ser consideradas para el desarrollo del nuevo producto.

La información, así como las alternativas que se encontrarán en los pasos anteriores se las clasificará y determinará las más importantes para llegar a un resultado único. Para conseguirlo, la herramienta que se utilizará es el proceso analítico de jerarquización (PAJ), que permite traducir información empírica en numérica y su posterior tratamiento de una forma objetiva.

2.2.2 DEFINIR EL PRODUCTO

La definición del concepto dará lugar a la generación de varias ideas para satisfacer las necesidades del cliente, sin embargo, habrá que escoger una de ellas para desarrollarla.

Se deberá clasificar las ideas para optar por una de ellas, se utilizará nuevamente el PAJ para definir la que de acuerdo al equipo de trabajo se pueda convertir en un producto a ser lanzado al mercado y en el que se aplicará el proceso para llegar a obtener el diseño del producto; de acuerdo a lo establecido en el alcance de este estudio. Como un paso posterior, la empresa podrá pasar a producirlo y hacer mejoras en el producto o proceso de fabricación.

Con la definición de la propuesta y con los COMO's de la matriz del QFD se establecerá las sub características que ayudarán a comprender que se deberá ejecutar para conseguir lo deseado por los entrevistados.

Cada una de las sub características delimitará sus métricas que ayudaran a evaluar el cumplimiento de lo propuesto, respecto de las necesidades expresadas por los potenciales clientes y de acuerdo a los recursos que tenga la empresa.

2.2.3 DETERMINAR LAS ESPECIFICACIONES

La idea debe convertirse en algo real, para lo cual se establecerá las especificaciones iniciales en relación a los materiales a utilizar, colores, tecnología, función a realizar, el tamaño y forma, así como las facilidades que deberá proveer para satisfacer al cliente sin separase de sus requerimientos.

De acuerdo a las facilidades que tiene la empresa se desarrollará una primera aproximación de los detalles que permitirán convertir en realidad la idea propuesta, al considerar que sea factible su producción a costos que el mercado esté dispuesto a pagar.

Se presentará la tabla resumen de las especificaciones objetivo del nuevo producto, para que se analice y sea la carta de entrada en establecer las métricas que son las variables dependientes o la respuesta del proceso y en función de estas se pueda instaurar los valores que se colocarán en la hoja de especificaciones, en la

ficha estará información de carácter cualitativo o cuantitativo, que dependerá de la variable.

En los parámetros de carácter cuantitativo sus valores esperados se los puede expresar en diferentes esquemas. Como ejemplo se podrá presentar valores como al menos X, Máximo X o entre X y Y. Con información estadística que se obtendrá durante el proceso de fabricación se determinará los intervalos en los cuales las métricas o parámetros cumplen los requerimientos.

La hoja de especificaciones definitiva se logrará y presentará luego de evaluar restricciones reales dadas por la combinación de las variables o factores controlables. Se utilizará la técnica del diseño de experimentos factorial con la cual se minimizará la cantidad de pruebas a realizar, se analizará los resultados que se obtengan luego de aplicar el plan experimental.

2.3 APLICACIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EVALUAR EL CONCEPTO DEL PRODUCTO

Todo proceso tiene variabilidad en los factores que intervienen, por lo que el uso de estadística ayudará a encontrar información que se debe considerar en el diseño del nuevo producto y que sea robusto.

2.3.1 DETERMINAR LAS VARIABLES DEL PROCESO

Como lo sugiere Montgomery luego que se ha establecido e identificado el problema, se procederá con la selección de los factores que se piensa afecten al proceso y se determinará las variables que se considere intervendrán en el desarrollo del nuevo producto.

En función del conocimiento y experiencia del grupo que desarrollará el proyecto se establecerá la variable de salida para evaluar los efectos a los cambios en las variables controladas, así como su interrelación y si serán relevantes para tomarlas en cuenta en el desarrollo del nuevo producto.

Con la hoja de especificaciones objetivo establecida, se definirán los factores controlables y las métricas que se evaluarán para apegarse a las necesidades del cliente. Se visualizará el resultado con el diagrama del proceso en el cual se colocará las entradas, factores controlables y la salida; con esta representación gráfica se ayudará a comprender la situación que se analizará.

2.3.2 DESARROLLAR EL EXPERIMENTO

Se trabajará en un nuevo producto físico y que empieza desde cero; por ende, se utilizará un diseño factorial para la preparación, ejecución y posterior análisis del experimento que accederá a determinar el efecto de varios factores sobre una o más variables de respuesta.

Se establecerá el esquema que garantice la aleatorización y repetición del experimento de acuerdo al diseño factorial 2^k , se deberán correr las pruebas o experimentos con los cuales se obtendrá la información estadística que permitirá un análisis de los factores de dos niveles que actuarán sobre la salida y con estos resultados se deberá tomar las decisiones que darán un diseño robusto.

Con la utilización del software Minitab 16 como herramienta para correr y analizar los resultados, se encontrarán los reportes como son: la tabla ANOVA, diagrama de Pareto, diagrama de probabilidad normal, diagrama de cubos y diagramas de los efectos; que ayudarán con la evaluación completa de los resultados a ser obtenidos de la parte experimental.

Se iniciará con la definición del plan experimental, a continuación, se procederá a realizar las corridas, en las cuales se tendrá la combinación de los niveles de cada factor controlable y se determinará el efecto en la variable establecida como salida. Una vez obtenidos los resultados, estos serán ingresados al Minitab 16 para obtener la información con la que se accederá a realizar el análisis para definir las especificaciones definitivas del producto.

2.4 PROPUESTA FINAL DEL PRODUCTO

Al finalizar la parte experimental y obtenida información objetiva del comportamiento del producto se lo definirá y especificará con el detalle necesario, de tal forma que después pueda pasar a la etapa de producción industrial, donde ya se podrán realizar las mejoras necesarias con la experiencia real en el mercado y saber que siempre se tendrá una mejora continua.

Sin embargo, es necesario recordar que el alcance de este trabajo según su objetivo es llegar a presentar el diseño del producto para que luego se continúe con los pasos de pruebas, refinamiento y el inicio de la producción.

2.4.1 DOCUMENTAR EL PRODUCTO

Producir el nuevo producto requerirá tener la documentación que se utilizará en el proceso de fabricación y comercialización. Se presentará una hoja de especificaciones final en la que se encontrará información necesaria para su fabricación, evaluación y control de calidad.

Los detalles del nuevo producto se los mostrará en forma gráfica a través de los planos de ingeniería, en los mismos que se observará los resultados a los que se llegará luego del proceso experimental y contrastar con lo esperado del nuevo producto. Además, servirá para determinar la codificación de partes y piezas que

se utilizará para generar la lista de materiales a ser utilizados en su posterior fabricación y evaluación de costos.

2.4.2 LISTA DE MATERIALES

A partir de los planos de ingeniería se obtendrá en forma detallada los componentes del producto, se preparará una tabla que contendrá la lista de materiales con la codificación y cantidades de cada uno de ellos para la posterior fabricación del producto.

La lista de materiales también ayudará a definir el costo del producto, con la propuesta se establecerá posibles proveedores de cada una de las partes al igual que los valores en los cuales se proporcionarán y se definirá el costo directo.

2.4.3 GRÁFICA DEL PRODUCTO

La lista de materiales y la codificación permitirán realizar el gráfico del producto que mostrará al producto final, se preparará el árbol del producto y el diagrama de montaje que servirá para comprender lo que se necesitará realizar para la implementación final del producto.

Adicionalmente se generará la gráfica que admitirá tener una imagen cercana a la realidad para que el potencial usuario lo quiera utilizar en satisfacer sus requerimientos.

2.5 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL RESULTADO

Al tratarse de un proyecto que generará un producto que puede ser ofrecido al mercado y que implicará la utilización de varios recursos de la empresa será necesario traducir lo encontrado a valores económicos.

2.5.1 COSTEO DEL PRODUCTO

Una vez que se tenga la lista de materiales, se procederá a realizar el diagrama del proceso y se deberá determinar el costo del producto para luego definir el precio sugerido para su venta.

Con ayuda del departamento contable se recolectará los costos de las materias primas, así como de la mano de obra que se utilizará, el tiempo de maquinaria y con ello se constituirá el costo del producto, al ser uno nuevo con la ayuda del departamento comercial se establecerá el margen de contribución para llegar al precio que se propondrá para el mercado.

2.5.2 UTILIZACIÓN DEL FLUJO DE CAJA PARA LA EVALUACIÓN

Además de definir un precio para el mercado con el costo del producto, junto con el personal de comercialización se podrá definir un presupuesto que entregará un flujo de ingresos y egresos que será el utilizado para evaluar la factibilidad económica de la producción del producto y saber si el proyecto estará adecuado para su posterior implementación.

Con la utilización de las tablas y herramientas del software EXCEL, se determinará los índices del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). En función de los valores que se obtendrán, se evaluará recomendar a la empresa continuar o no con la fabricación del producto propuesto.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 SITUACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa EMFALU inicia sus acciones en el año 2000 en actividades de asesoramiento en el campo administrativo relacionado con la planificación, organización, eficiencia y control, sin embargo, para el 2001 se cambia su enfoque y se traslada a convertirse en una comercializadora de productos al por menor y por mayor de tableros de madera y materiales de construcción.

Actualmente la empresa EMFALU está dedicada a proveer productos y servicios integrales para la industria del mueble y la construcción, es una franquicia de las empresas NOVOPAN & CODESA que le proveen de los tableros de madera a ser comercializados. Estos productos son manejados en forma general para fabricar muebles residenciales, comerciales y de oficina, también se tiene otras líneas para utilizarlas en la llamada obra civil como son los encofrados, soportes de pisos, etc. Las aplicaciones dependerán de las necesidades de cada cliente y la versatilidad del producto.

La empresa considera importante la planificación a largo plazo como lo expresa en su visión y misión presentes en su página WEB:

“Ser una empresa reconocida por sus clientes y el mercado para la construcción a nivel nacional creando valor para sus clientes y comprometida con el desarrollo de la Nación”

Y la misión:

“Desarrollar la confianza y mantener la relación comercial de nuestros clientes a través de brindarles un asesoramiento profesional en los diferentes servicios y ofrecerles productos de calidad para la construcción. Generando la rentabilidad que permita el desarrollo organizacional y mantener a nuestro personal debidamente

capacitado y comprometido con la compañía sin descuidar la relación con nuestros proveedores y el medio ambiente”

Para dar un mejor servicio a los clientes tienen facilidades que ayudan en su aplicación como es el caso de diseño de muebles, optimizar el fraccionamiento de los tableros, cortarlos en las medidas deseadas, laminar los cantos para un terminado agradable, perforaciones para colocar herrajes; se complementa con productos para el terminado como lacas, pegas, tornillos, bisagras, rieles, tiraderas. Con esto el cliente puede construir sus muebles de una manera fácil.

Entre los productos que vende EMFALU tiene un 20% que los fabrica y le da un valor agregado para su utilización, como son el cortar y colocar el filo en los cantos de los tableros. En los últimos años no ha existido cambios significativos en la oferta de estos productos, se ha probado alternativas con pequeños cambios en la forma de presentarlos que incrementó en no más del 1% la cantidad de producto vendido. El portafolio de productos que ofrece EMFALU al segmento de mercado en estudio es:

- Tableros contraenchapados (PLYWOOD) en formato 4x8 en 6 espesores
- Tableros de MDF liviano en formato 6x8 y 7x8 en 10 espesores
- Tableros de MDF liviano con recubrimiento de melamina en formato 7x8 en 9 espesores, 35 colores y 6 texturas
- Tableros de MDF liviano con recubrimiento de chapa de madera en formato 7x8 en 6 espesores y 6 tipos de chapa
- Tableros de MDP en formato 7x8 en 8 espesores
- Tableros MDP con recubrimiento de melamina en formato 7x8 en 9 espesores, 35 colores y 6 texturas
- Tableros MDP con recubrimiento de chapa de madera en formato 7x8 en 9 espesores y 6 tipos de chapa
- Tableros de MDP RH (Resistente a la humedad) en formato 7x8 en 8 espesores

- Tableros MDP RH con recubrimiento de melamina en formato 7x8 en 9 espesores, 35 colores y 6 texturas
- Tableros MDP RH con recubrimiento de chapa de madera en formato 7x8 en 9 espesores y 6 tipos de chapa
- Tableros MDP FORMALETA para la construcción en formato 7x8 y 3 espesores
- Herrajes y accesorios para armar muebles de hogar, oficina, construcción
- Repisas decorativas FALUM en 6 formatos y 12 colores
- Filos para recubrimiento de los cantos de los tableros en 35 colores

El mercado que atiende EMFALU, en los actuales años ha sufrido un incremento de proveedores de tableros que son competencia directa, esto ha dado lugar a que se proyecte un cambio en la estrategia para mejorar los ingresos que le admitiría mantenerse operativa y rentable. La administración luego de analizar y comprender que es necesario trabajar para lograr ventajas competitivas, estableció estrategias para resaltar sus fortalezas que permita considerar las oportunidades que se presentan. Sin perder de vista las debilidades que existen y hay que reflexionar para la toma de decisiones.

La competencia de la empresa en forma directa en el sector de influencia, propone un portafolio de productos similar y también brindan servicios parecidos a los ofertados por EMFALU es:

- Edimca: inicia sus actividades en 1964 y tiene plantas industriales que producen localmente sus productos relacionados con la madera. Integra su portafolio de productos con importaciones de los complementos para la industria del mueble. Su presencia es a nivel nacional y tiene actualmente 24 almacenes propios.
- Masisa: es fundada en 1960 en Chile y tiene presencia latinoamericana, con 10 plantas industriales y 332 locales llamados Placacentro. En Ecuador no tiene producción por lo cual importan desde sus plantas para sus 32 locales

a nivel nacional. También tienen productos complementarios para la industria del mueble

- Provemadera: inicia sus actividades en 1996 y se dedica a la importación y comercialización de productos de madera para la fabricación de muebles y decoración interna. Su principal plaza de trabajo está en Quito y sus Valles y está ampliándose hacia otras ciudades como Ambato, Santo Domingo y Riobamba.
- Multimarca: Son almacenes que se proveen de productos de las marcas anteriores, Edimca, Masisa, Provemadera y Novopan. Ofrecen los servicios complementarios para la fabricación de muebles especialmente artesanal.

Apegada a su declaración: “Profesionales en lo que sabemos hacer” la administración comprende que los cambios en el mundo son más rápidos, apalancados en las herramientas tecnológicas y de comunicación. La mejor manera de enfrentarlos es planificar y establecer estrategias para que los clientes prefieran sus productos y perciban la presencia de innovación.

Anteriormente se implementaron varias alternativas que mejorarían las ventas de sus productos, que dieron resultados en función del medio en el cual se desarrollaron. Sin embargo, en la actualidad se evaluaron nuevas estrategias acordes a la situación presente de EMFALU, una de ellas es la innovación y con la misma se considera la creación de nuevos productos, que se entiende como un camino para competir e incluso ingresar a otros segmentos de mercado y sobre todo incrementar los ingresos.

Al aumentar las estrategias e implementar las nuevas para conseguir el incremento de los ingresos, se debe considerar una organización y estructura. En la actualidad la empresa EMFALU está constituida como se observa en la Figura 3.1, se maneja con 14 personas, 5 son parte de la administración y 9 son operativos.

En la promoción de sus productos tiene el apoyo de las fábricas de los tableros de madera, al generar presencia en la mente de los consumidores, especialmente de aquellos que piensan en equipar sus espacios con muebles.

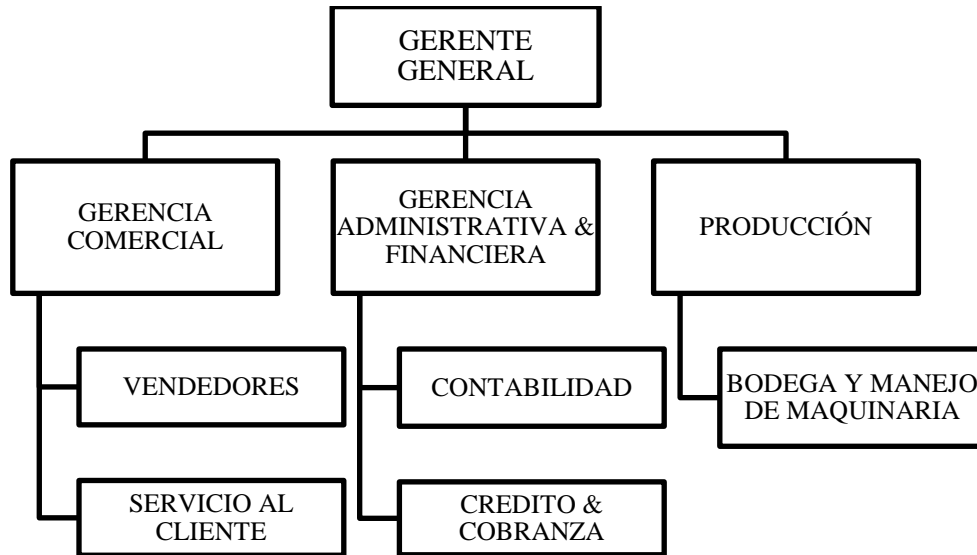


Figura 3.1. Organigrama de la empresa EMFALU

3.2 PLANIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Establecida la estrategia de innovación con la creación de un nuevo producto para mejorar los ingresos, la administración debió implementarla, se procedió a definir el proyecto y el equipo para hacerlo que se conformó por la Gerencia Comercial, una persona de producción, una persona de atención al cliente y la Gerencia General. En base a la información que obtuvo la administración se procedió a compartir con el grupo que manejó el proyecto y a la vez a la capacitación por parte de la Gerencia General de los pasos necesarios para alcanzar resultados en la propuesta que se llegue a plantear para su posterior producción.

El equipo del proyecto planificó la secuencia de actividades a ejecutar:

- Establecer el concepto del producto

- Definir el producto y sus especificaciones iniciales
- Aplicar el diseño de experimentos para obtener una propuesta final
- Generar el diseño de detalle
- Análisis financiero

La responsabilidad del proyecto estuvo a cargo de la Gerencia Comercial y se instauró que se lleguen a resultados en ocho meses a partir de la primera reunión. Se acordó reuniones semanales para evaluar el avance y compartir experiencias y sugerencias para las acciones que estaban en ejecución.

3.2.1 ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DEL PRODUCTO

La propuesta a desarrollarse debió cumplir con lo fundamental en el caso de un producto que es satisfacer una necesidad para que el potencial cliente lo requiera y lo utilice. Entre las alternativas para examinar en el mercado se decidió aplicar entrevistas a clientes que llegaron al almacén por parte de la Gerencia Comercial y su personal, en el Anexo I se tiene la guía utilizada. Se capacitó al personal para obtener la mayor cantidad de información que llevaría a definir en forma concisa cómo el producto satisfecería las necesidades expuestas por los clientes.

Las entrevistas se corrieron por cuatro semanas. Se utilizó la guía entregada y colocar en los formatos la información adicional y relevante que se indicó por los clientes, esto ayudó al grupo a comprender las necesidades que se deseaban suplir. El resumen de los resultados encontrados se presenta a continuación. Se consideró por parte del grupo encargado del proyecto que al momento de la compra la decisión podría depender del género, en la Figura 3.2 se observa que el 35% de los entrevistados fueron mujeres y el 65% de entrevistados fue hombre.

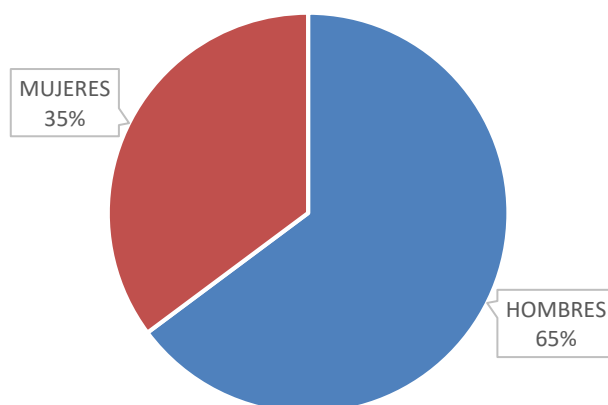


Figura 3.2. Entrevistados por género

El rango de edad es otro parámetro que se analizó, los resultados se encuentran en la Figura 3.3.

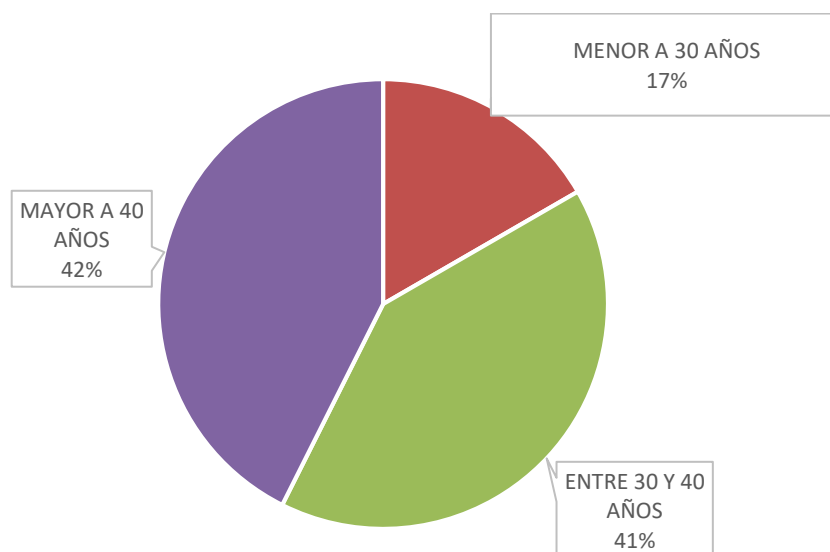


Figura 3.3. Entrevistados por rangos de edad

Los resultados directos encontrados en las entrevistas están en la Figura 3.4, es información que junto a comentarios, reflexiones y experiencia del grupo se utilizó para las siguientes actividades en el desarrollo del producto.

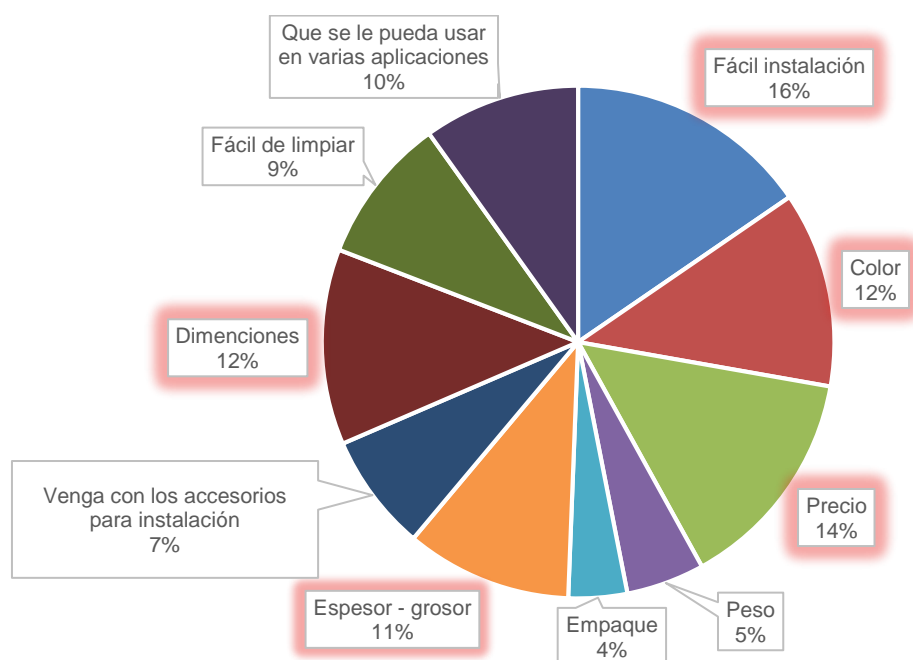


Figura 3.4. Qué debería cumplir el tablero para ser comprado

La Figura 3.4 son los resultados directos de las preguntas sugeridas en función de la experiencia de la empresa; sin embargo, para encontrar mayor información en la guía se dejó preguntas abiertas para que los entrevistados expresen en sus palabras lo que quisieran para comprar el producto.

Se obtuvo información amplia y diversa que fue expresada a los entrevistadores, para involucrarla en el proceso del desarrollo del nuevo producto se organizó una reunión que generó una lluvia de ideas, el resultado está en el Anexo II. Los lineamientos con los cuales se trabajó en la reunión fueron:

- La reunión la coordinó la Gerencia Comercial
- Se explicó la razón de la reunión
- Se indicó que todos deben participar en forma libre y sin temor a ser criticado
- No se harían censuras ni críticas a las ideas
- Lo importante fue la cantidad de ideas a generar
- La pregunta que se debió contestar fue: ¿Qué haría a un cliente comprar tableros de madera?

- Se estableció 30 minutos como tiempo para generar las ideas

Al observar las ideas generadas y con la experiencia del grupo, se llegó a un consenso entre los participantes para establecer la agrupación con lo que se construyó la matriz de afinidad que está en la Tabla 3.1.

La clasificación realizada se utilizó para obtener lo que se llama “la voz del cliente”, que indica los requerimientos y deseos que tiene el potencial cliente para decidirse a adquirir el producto. Lo obtenido se resumió en los siguientes ítems:

- Que tenga varias aplicaciones: se pidió poder utilizarlo en varias circunstancias, tenga beneficios por el tipo de tablero, que soporte diferentes clases de usuarios.
- Sea agradable a la vista y diferente: implica que haya diferentes colores, diseños, empaque. Que sea distinto a cómo le encuentran en otros almacenes.
- Que sea fácil usar: requieren que haya información para utilizarlo, que no necesite ayuda, ni maquinaria especial para la instalación.
- Que esté disponible: en función de dónde, cómo y facilidades para comprar, tiempo de entrega adecuado.
- Cómodo para transportar: se solicita dimensiones físicas y peso que permitan llevarlo al sitio de uso.

Tabla 3.1. Matriz de afinidad de necesidades de los clientes

| CRITERIO >> | FACIL DE USAR | DISPONIBILIDAD | APARIENCIA | DIMENSIONES | APLICACIONES |
|--|---------------|----------------|------------|-------------|--------------|
| IDEAS | | | | | |
| Dónde comprar el tablero | | X | | | |
| Para quien lo compraría | X | | | | |
| Quién le ayudará a la instalación | X | | | | |
| Color del tablero a utilizar | | | X | | |
| Cómo utilizar el tablero | X | | | | |
| Cuando lo utiliza | | | | | X |
| Saber que son tableros de madera | X | | | | |
| Tiene maquinaria para trabajar con madera | X | | | | |
| Que el tablero tenga algún diseño especial | | | X | | |
| El tamaño del tablero para utilizarlo | | | | X | |
| El espesor del tablero a ser utilizado | | | | X | |
| Le importa el peso del tablero | | | | X | |
| Cómo le entreguen el producto | | | X | | |
| Que traiga empaque el tablero | | | X | | |
| Le gusta trabajar con madera | | | | | X |
| Ya ha comprado antes tableros de madera | X | | | | |
| Sea fácil limpiarlo con cualquier producto | | | | | X |
| La calidad del producto | | X | | | |
| El precio del tablero | | X | | | |
| El tiempo de entrega del producto | | X | | | |
| Sea reutilizable el tablero | | | | | X |
| Quien me recibe en el almacén | X | | | | |
| Le gustaría que se pueda limpiar | | | | | X |
| Cómo transportar el tablero | | | | X | |
| Para quien compraría el tablero de madera | | | | | X |
| Que se pueda usar con otros accesorios | | | | | X |
| Que pueda escoger entre varias opciones | | | | | X |
| No pagar más para que funcione | | X | | | |
| No necesite un experto para usarlo | X | | | | |
| Que sea diferente a lo común | | | X | | |
| Que haya datos para usarlo | X | | | | |
| Que me entreguen a tiempo | | X | | | |
| Que soporte trato de los niños | | | | | X |
| Que no le afecte la humedad | | | | | X |
| Que lo pueda usar en cualquier parte | | | | | X |
| Que no influya el clima | | | | | X |
| Que reciban tarjeta de crédito | | X | | | |
| Que tenga repuestos | | | | | X |
| Que le guste a la familia | | | | | X |

La información se la clasificó a través de la metodología del PAJ (proceso analítico de jerarquización), con el resultado obtenido se establecieron los pesos o importancia de cada necesidad detectada. Luego se utilizó para precisar la prioridad de cada una en la primera matriz del QFD (QUE's vs COMO's).

La matriz de comparación entre necesidades se preparó como se observa en la Figura 3.5. Los valores colocados estuvieron de acuerdo a la escala de Saaty.

| | Fácil de usar | Disponibilidad | Apariencia | Dimensiones | Aplicaciones |
|----------------|---------------|----------------|------------|-------------|--------------|
| Fácil de usar | 1 | 3 | 5 | 5 | 1/3 |
| Disponibilidad | 1/3 | 1 | 3 | 3 | 1/5 |
| Apariencia | 1/5 | 1/3 | 1 | 1 | 1/7 |
| Dimensiones | 1/5 | 1/3 | 1 | 1 | 1/9 |
| Aplicaciones | 3 | 5 | 7 | 9 | 1 |
| Total | 4,73 | 9,67 | 17,00 | 19,00 | 1,79 |

Figura 3.5. Matriz de comparación de criterios

Según la metodología, se normalizó los casilleros respecto del total de cada columna. Se calculó el total y promedio por cada fila. El resultado se observa en la Figura 3.6, para priorizar las necesidades se manejó la columna de los promedios.

| | Facil de usar | Disponibilidad | Apariencia | Dimensiones | Aplicaciones | Total | Promedio |
|----------------|---------------|----------------|------------|-------------|--------------|-------|----------|
| Fácil de usar | 0,21 | 0,31 | 0,29 | 0,26 | 0,19 | 1,26 | 0,25 |
| Disponibilidad | 0,07 | 0,10 | 0,18 | 0,16 | 0,11 | 0,62 | 0,12 |
| Apariencia | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,26 | 0,06 |
| Dimensiones | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,24 | 0,05 |
| Aplicaciones | 0,63 | 0,52 | 0,41 | 0,47 | 0,56 | 2,59 | 0,52 |
| Total | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 4,97 | 1,00 |

Figura 3.6. Matriz de comparación de criterios total

Se certificó que los datos fueron consistentes, asegurándose que las expresiones cualitativas se transformaron en valores que fueron las que se utilizaron para las posteriores decisiones. Para esto se calculó el índice de consistencia (IC):

$$IC = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

Los criterios a comparar fueron $n = 5$, mientras que λ_{Max} se calculó con:

$$\lambda_{Max} = 0,25 \times 4,73 + 0,12 \times 9,67 + 0,06 \times 17 + 0,05 \times 19 + 0,52 \times 1,79 = 5,24$$

Con estos datos se determinó el valor de IC:

$$IC = \frac{5,24 - 5}{5 - 1} = 0,061$$

Luego se dedujo la tasa de consistencia (TC), de la Tabla 1.4 se encontró el valor de $IR = 1,12$:

$$TC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,061}{1,12} = 0,054$$

Representó el 5,4%; valor que es menor al 10%, por lo que implicó coherencia en el análisis realizado de los datos.

Al utilizar la información de las entrevistas y la experiencia del grupo de trabajo, se realizó la Tabla 3.2; se instituyeron las características y sub características de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes; en pocas palabras.

Tabla 3.2. Características y sub características de calidad por necesidad

| N° | Necesidad del cliente | Característica de calidad | Sub característica de Calidad |
|----|--------------------------------------|---------------------------|---|
| 1 | Que sea fácil de usar | Sea simple | <ul style="list-style-type: none"> • Fácil de limpiar • Exista instrucciones como guía • Sin ayuda especializada |
| 2 | Que esté disponible | Lo pueda comprar | <ul style="list-style-type: none"> • Precio • Tiempo de entrega |
| 3 | Sea agradable a la vista y diferente | Llame la atención | <ul style="list-style-type: none"> • Escoger el color • Venga con protección |
| 4 | Tenga dimensiones manejables | Fácil de transportar | <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de muebles por tablero • Dimensiones • Número de partes |
| 5 | Que tenga varias aplicaciones | Medidas estándar | <ul style="list-style-type: none"> • Varios usos • Clase de material • Se encuentre complementos |

El precio fue un elemento que los entrevistados relacionaron con su capacidad para poder adquirirlo y de esa forma estaría disponible para su utilización en un tiempo adecuado.

Para establecer la relación entre las necesidades y las características de calidad, se utilizó la escala de la Tabla 3.3 tanto en la parte gráfica como en los valores y en lo posterior hallar el total ponderado.

Tabla 3.3. Escala de relaciones para la matriz necesidades versus características

| | | Escala |
|---|-----------------|--------|
| ▲ | Relación Débil | 1 |
| ■ | Relación Media | 3 |
| ● | Relación Fuerte | 9 |
| | Sin Relación | 0 |

Con toda esta información se preparó la primera matriz del QFD, que está en la Figura 3.7 que permitió enfocarse en la característica del producto que hizo cumplir con lo requerido por el cliente.

| NECESIDADES DEL CLIENTE | PRIORIDAD | CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----------------------------|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| | | Sea simple | Lo pueda comprar | Llame la atención | Fácil de transportar | Medidas estándar |
| Que sea fácil de usar | 0,25 | ■ 3 | | | ■ 5 | ■ 3 |
| Que esté disponible | 0,12 | | ● 9 | ▲ 1 | | |
| Sea agradable a la vista y diferente | 0,06 | ▲ 1 | | ● 9 | | ■ 3 |
| Tenga dimensiones manejables | 0,05 | | ▲ 1 | | ● 9 | ▲ 1 |
| Que tenga varias aplicaciones | 0,52 | ● 9 | ■ 3 | ■ 3 | ● 9 | ● 9 |
| Total Ponderado | | 5,49 | 2,69 | 2,22 | 6,38 | 5,66 |

Figura 3.7. Matriz de QUE 's vs CÓMO 's

Al evaluar el total ponderado se concluyó que se debe considerar: que sea fácil de transportar (6,38), así como las medidas sean estándar (5,66) para satisfacer las dos principales necesidades detectadas.

Con este enfoque se definieron varios conceptos del producto, el resultado se encuentra en el Anexo III, de estos se llegó a uno solo que se utilizó para los pasos posteriores del diseño del nuevo producto.

Se usó la metodología de la matriz de afinidad, se definió las relaciones naturales entre cada idea y la categoría para agruparlas, los estratos encontrados fueron:

- Tableros de madera: se consideró la venta de tableros de madera en diferentes tipos
- Creación espacios: se habló del uso de los tableros para crear un espacio de acuerdo a las necesidades del cliente
- Fáciles de usar: que la propuesta de producto sea fácil de utilizar y no requiera ayuda adicional
- Respaldo de marca: tenga garantías y sea reconocido por su marca
- Colores: se ofrecerá variedad de colores para que se pueda combinar con el espacio donde el cliente lo colocará.
- Servicios: es vender el producto a través de la utilización de servicios que faciliten el uso del producto.

Al continuar en una de las reuniones de grupo que trabajó en el proyecto se decidió combinar las ideas entregadas en lugar de tomar una de ellas. Esta definición es estratégica por lo cual fue necesario la guía de la Gerencia General para llegar al concepto que mejor se apegó a los requerimientos encontrados por el cliente, alternar además la experiencia del equipo, en lo que puede ofrecer la empresa en base a los recursos que tiene actualmente, así como la situación del mercado, proyectándose al futuro, ante lo cual el concepto del producto se lo estableció de la siguiente forma:

“Creación de espacios con soluciones sencillas, fáciles de implementar y agradables; con la utilización de tableros de partículas (MDP) o fibra (MDF) de madera, accesorios, servicios y con el respaldo de marcas reconocidas a nivel nacional e internacional que garanticen la calidad del producto. Disponibles en el menor tiempo y a un precio competitivo.”

3.2.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Establecido el concepto del producto se generó ideas de productos que cumplieran con lo establecido, de igual forma se procedió a combinar la información clasificada de las entrevistas y la experiencia del grupo de trabajo. Para seleccionar la mejor idea que se propuso se manejó la metodología PAJ, en donde cada alternativa se evaluó en función de los factores utilizados para clasificar una idea de producto.

Los factores que se definieron para este estudio fueron:

- Función a realizar - F
- Costes - C
- Tamaño y forma – T&F
- Calidad – CAL
- Disponibilidad, accesibilidad - A
- Producción - P
- Tiempo – T

En función del concepto establecido se realizó la priorización de los factores indicados; para su evaluación se preparó la matriz de comparación, Figura 3.8 según la metodología PAJ.

| | F | C | T&F | CAL | A | P | T |
|----------------|----------|----------|----------------|------------|----------|----------|----------|
| F | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/3 | 1 | 3 |
| T&F | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| CAL | 1 | 1 | 1/5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A | 1 | 3 | 1/5 | 1 | 1 | 1/3 | 1 |
| P | 1 | 1 | 1/3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| T | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 | 1/3 | 1 |
| Total | 6,20 | 8,33 | 4,06 | 11,00 | 12,33 | 7,66 | 17,00 |

Figura 3.8. Matriz de comparación de factores del producto

Se calculó los valores de priorización y construyó la matriz de comparación total de la Figura 3.9, en la misma, la columna promedio fueron los valores que se utilizaron.

| | F | C | T&F | CAL | A | P | T | Total | Promedio |
|----------------|----------|----------|----------------|------------|----------|----------|----------|--------------|-----------------|
| F | 0,16 | 0,12 | 0,25 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 0,29 | 1,12 | 0,17 |
| C | 0,16 | 0,12 | 0,25 | 0,09 | 0,03 | 0,13 | 0,18 | 0,96 | 0,14 |
| T&F | 0,16 | 0,12 | 0,25 | 0,45 | 0,41 | 0,39 | 0,18 | 1,96 | 0,34 |
| CAL | 0,16 | 0,12 | 0,05 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 0,06 | 0,69 | 0,08 |
| A | 0,16 | 0,36 | 0,05 | 0,09 | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,84 | 0,06 |
| P | 0,16 | 0,12 | 0,08 | 0,09 | 0,24 | 0,13 | 0,18 | 1,00 | 0,14 |
| T | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,43 | 0,07 |
| Total | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 7,00 | 1,00 |

Figura 3.9. Matriz de comparación total de factores del producto

Para garantizar la coherencia de estos datos se determinó la tasa de consistencia (TC) con los datos de las matrices de las figuras 3.8 y 3.9. Se calculó en primer lugar el índice de consistencia con la fórmula 3.4:

$$IC = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

Los criterios a comparar fueron $n = 7$. El valor de λ_{Max} se calculó:

$$\begin{aligned} \lambda_{Max} &= 0,17 \times 6,2 + 0,14 \times 8,33 + 0,34 \times 4,06 + 0,08 \times 11 + 0,06 \times 12,33 + 0,14 \times 7,66 + 0,07 \times 17 \\ &= 7,48 \end{aligned}$$

Con esto:

$$IC = \frac{7,48 - 7}{7 - 1} = 0,082$$

Se calculó la tasa de consistencia (TC), de la Tabla 1.4 se obtuvo $IR = 1,32$:

$$TC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,082}{1,32} = 0,062$$

El valor de la TC es menor al 10% que implica una coherencia en el análisis de los datos. Se utilizó para evaluar las ideas de los productos propuestos.

A través de una lluvia de ideas se generaron varias alternativas, se encuentran en el Anexo IV. Según su relación natural se las agrupo y generó la matriz de afinidad presentada en la Figura 3.10, las categorías encontradas se utilizaron para evaluar respecto de los criterios o factores seleccionados anteriormente.

Las categorías o encabezados que se definieron fueron:

- Tipos de tableros: se habló de ofrecer diferentes tipos de tableros de madera, que podían ser MDP o MDF.
- Aplicaciones: el cliente podría aplicar en varias cosas, de acuerdo a su necesidad puntual y espacio disponible.
- Muebles: se ofreció directamente muebles para el uso del cliente de acuerdo a su espacio y necesidad, fáciles de construir con variedad de colores. Con el uso de servicios del almacén.
- Colores: variedad de colores como elemento diferenciador o llamativo para que el cliente seleccione comprar el producto.
- Servicios: captar la atención del cliente ofreciendo servicios complementarios que den funcionalidad al producto vendido en el almacén.

| CRITERIO >> | Tipos de tableros | Aplicaciones | Muebles | Colores | Servicios |
|--------------|-------------------|--------------|---------|---------|-----------|
| IDEAS | | | | | |
| a | X | | | | |
| b | | X | | | |
| c | | | X | | |
| d | | X | | | |
| e | | | X | | |
| f | X | | | | |
| g | | | X | | |
| h | | | | | X |
| i | | | | X | |
| j | | | X | | |
| k | | | | X | |
| l | | X | | | |
| m | | X | | | |
| n | | | | | X |
| o | | X | | | |
| p | | | X | | |

Figura 3.10. Matriz de afinidad de ideas de producto

La generación de ideas fue esforzada por cuanto se requería un mayor grado de innovación; a la vez salirse del esquema que se ha manejado por varios años para la venta de tableros sin considerar al usuario final como el elemento decisor en la compra de los mismos, sin perder de vista que hay un influyente que puede direccionar la decisión final. Antes de iniciar la sesión de la lluvia de ideas se volvió a repasar la priorización de las necesidades encontradas con las encuestas y el concepto del producto.

Cada una de las ideas expresadas se las clasificó de acuerdo a las definiciones expresadas para cada categoría. Era necesario definir al producto, se preparó la matriz de QUE´s vs CÓMO´s para priorizar y concentrarse en la definición final del producto conforme a las necesidades mencionadas por el cliente. El resultado se presenta en la Figura 3.11, en donde se utilizó la Tabla 3.2 como escala de relación.

| FACTORES CLASIFICAR UN PRODUCTO | IDEAS PRODUCTO | | | | | |
|--|----------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | PRIORIDAD | Tableros de madera | Aplicaciones | Muebles | Colores | Servicios |
| Función a realizar - F | 0,17 | ■ 3 | ■ 3 | ● 9 | ▲ 1 | |
| Costes - C | 0,14 | ▲ 1 | ■ 3 | ■ 3 | | ■ 3 |
| Tamaño y forma - T&F | 0,34 | | ● 9 | ● 9 | ▲ 1 | ■ 3 |
| Calidad - CAL | 0,08 | ● 9 | | | ■ 3 | ■ 3 |
| Disponibilidad, accesibilidad - A | 0,06 | | | | ■ 3 | |
| Producción - P | 0,14 | ▲ 1 | ■ 3 | ■ 3 | | ● 9 |
| Tiempo T | 0,07 | | ■ 3 | ■ 3 | ■ 3 | ● 9 |
| Total Ponderado | | 1,51 | 4,62 | 5,64 | 1,14 | 3,57 |

Figura 3.11. Matriz QUE's vs CÓMO's de ideas de producto

Se definió el producto a ofrecer en el almacén con la información de la Figura 3.11; se dio mayor importancia a las ideas relacionadas con muebles, por ser el de mayor valor ponderado (5,64), sin eliminar las ideas relacionadas con las aplicaciones (4,62) y los servicios (3,57) que resumieron cómo cumplir con las necesidades de los clientes. Con el grupo de trabajo se llegó a un conceso para la definición del producto:

“Se ofrecerá muebles comunes en todo hogar, realizados en un tablero de partículas (MDP) o fibra (MDF) de madera, fáciles de armar, que tienen varias aplicaciones con pequeños cambios, se entregará con los accesorios necesarios para armar, el cliente paga el costo del tablero, servicios de corte, laminado, perforaciones y accesorios mas no por el mueble”.

3.2.3 DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

Se determinó las características tangibles e intangibles del producto para que el cliente lo quiera comprar ya que esto cumpliría con sus requisitos, apegados a la

definición dada del producto. En la Tabla 3.4 se presenta la relación, entre las necesidades expresadas y las métricas para evaluar el grado con el cual satisfacerlas. Es el resumen de los resultados encontrados en la Figura 3.7.

Tabla 3.4. Lista de necesidades y métricas

| N° | Necesidad del cliente | Sub característica de Calidad | Métricas | Unidades |
|----|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------|
| 1 | Que sea fácil de usar | Fácil de limpiar | Limpiar | Minutos |
| | | Exista una guía | Instrucciones | Minutos |
| | | Sin ayuda especializada | Instrucciones | Minutos |
| 2 | Que esté disponible | Número de muebles por tablero | Precio | US\$ |
| | | Tiempo de entrega | Tiempo | Días |
| 3 | Sea agradable a la vista y diferente | Haya varios colores | Color | Número |
| | | Tenga una protección | Empaque | Tipo |
| 4 | Tenga dimensiones manejables | Dimensiones | Ancho, Profundidad, Altura | m |
| | | Número de partes | Cantidad | Número |
| 5 | Que tenga varias aplicaciones | Clase de material | Tablero | Tipo |
| | | Complementos | Alternativas | Número |
| | | Varios modelos | Usos | Número |

En consistencia a la definición del producto y plasmar el concepto encontrado, se presentó muebles sencillos y que siempre ayudan en el hogar para mejorar la

utilización de los espacios existentes. Por ello se planteó ofrecer al cliente un mueble realizado con un tablero de madera y que tuvo varias aplicaciones, como reducir el desperdicio del material utilizado. Bajo estas consideraciones se propuso: una estantería que serviría para toallero, zapatera, librero, armario, guarda herramientas como sugerencias.

Al analizar los resultados de la Tabla 3.4 se pudo comprender cómo convertir las ideas en un producto físico real por cuanto se establecieron elementos que servirían para su posterior evaluación.


En función de las métricas presentadas, se estableció que para estructurar la hoja de especificaciones se debía considerar los siguientes elementos:

- Identificación y descripción
- Materiales de fabricación
- Dimensiones objetivo
- Peso
- Partes constitutivas
- Accesorios necesarios
- Aplicaciones sugeridas
- Recomendaciones de almacenamiento
- Recomendaciones de limpieza
- Complementos

Con esta guía se preparó la información plasmada en la Tabla 3.5 que presentó las especificaciones iniciales de la estantería que se ofrecería al cliente, esto fue lo que permitió visualizar claramente lo que se deseaba preparar y evaluar.

Estas son las especificaciones iniciales u objetivo con las cuales se fabricaría el nuevo producto o forma de vender los tableros de madera en el almacén, posteriormente se complementó la información con los resultados obtenidos a través de la aplicación del diseño de experimentos y se llegó a las especificaciones finales.

Tabla 3.5. Hoja inicial de especificaciones de estantería

| | | |
|--|--|---|
| <p>Fabricante:</p> <p>EMFALU</p> | <p>Fotografía:</p>  | |
| <p>Identificación: Estantería</p> | <p>Código: MBL – 001</p> | <p>Aplicaciones sugeridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Librero • Armario • Toallero • Zapatera |
| <p>Material: Tablero de partículas de madera resistente a la humedad</p> | <p>Color: se puede escoger Olivo, blanco, negro, sangría, mango, cemento, wengue</p> | <p>Recomendaciones almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las piezas antes de ser armadas deben estar almacenadas en forma horizontal • Seguir instrucciones para armado |
| <p>Dimensiones:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ancho: 0,63 m • Profundidad: 0,55 m • Altura: 1,80 m | <p>Peso: 53,51 Kg</p> |
| <p>Partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 laterales de 2,14 x 0,55 m • 2 bases de 0,90 x 0,55 m • 2 puertas de 2,10 x 0,435 m • 1 respaldo de 2,15 x 0,90 m • 2 repisas de 0,60 x 0,30 m | | |
| <p>Accesorios:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Minifix • Bisagras • Soportes entrepaños • Porta tubo • Tubo | |
| <p>Complementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puede utilizar repisas FALUM para hacer divisiones • Soportes para repisas | <p>Recomendaciones de limpieza: Usar productos de limpieza doméstico o Tiñer</p> | <p>Contactos: EMFALU Teléfono: 2082001 E-mail: mercadeo@emfalu.com WhatsApp: 0998040755</p> |

Lo primordial fue que el cliente comprará un tablero de madera y con él los servicios, accesorios e instrucciones para armar las propuestas de muebles fáciles de armar. Si se requiere muebles más elaborados será necesario la ayuda de expertos en realizarlos y que tengan las herramientas y personal para hacerlo.

3.3 APLICACIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EVALUAR EL CONCEPTO DEL PRODUCTO

Con la definición del producto y las especificaciones iniciales se planteó el esbozo preliminar. El uso del diseño de experimentos da lugar a mejorar la propuesta y un mayor entendimiento del proceso a través de clarificar los factores controlables y su efecto en el producto. De los resultados obtenidos se analizó estadísticamente y con ello la variabilidad que se presenta siempre en todo sistema.

3.3.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DEL PROCESO

De acuerdo a la Tabla 3.4 y la Figura 3.7 hay que enfocarse en las métricas relacionadas con la característica “fácil de transportar” cuyas sub características son las dimensiones y número de partes.

Para definir los factores que intervendrían en el proceso se analizó las métricas establecidas, así en el caso de la parte dimensional la altura que se estableció fue 1,80 m. La profundidad puede cambiar entre 0,53 m y 0,55 m para que alcance el traje de un caballero, sin perder de vista que podría ser utilizado como librero.

El otro factor que influye en el resultado es el ancho, se consideró la posibilidad de encontrar accesorios como son las repisas que podrían ayudar a complementar el mueble y darle otros usos, se escogió que podría cambiar entre 0,60 m ó 0,90 m. De acuerdo al uso se consideró que puede tener puertas en el caso de ser utilizado como armario o sin puertas para librero u otra aplicación.

Al tener disponibles externamente repisas de 0,60 o 0,90 m, se podría complementar los muebles y no serían parte del tablero original, sin embargo, debían llevar una cantidad inicial para su uso, se definió que podía llevar 1 o 3 repisas originales.

En la Tabla 3.6 se colocó los niveles en los cuales cambiaron cada uno de los factores escogidos. Con la finalidad que la propuesta atraiga al cliente se planteó que el mueble se construiría con un solo tablero que debe comprar el cliente.

Tabla 3.6. Valores de los niveles de cambio en los factores controlables

| Factor | Nivel 1 (-) | Nivel 2 (+) |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Ancho | 0,60 m | 0,90 m |
| Profundidad | 0,53 m | 0,55 m |
| Puertas | 0 | 2 |
| Número de repisas | 1 | 3 |

El cambio en los niveles de cada uno de los factores controlables establecidos tenía un efecto en el precio que paga el cliente, que fue la métrica de evaluación establecida.

En este estudio el efecto en el precio tiene relación directa con la cantidad de tablero que no se utiliza para realizar el mueble propuesto; se lo llama desperdicio, que paga el cliente y se incrementa el precio; se pagaría por algo que no es útil. El resumen gráfico de lo establecido anteriormente está en la Figura 3.12 que presenta el diagrama del proceso, con los factores controlables que afectan la salida, desperdicio.

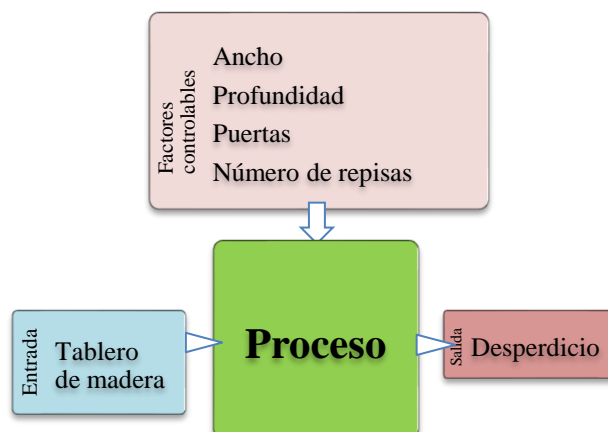


Figura 3.12. Diagrama de proceso

Al analizar el diagrama del proceso se observa claramente los factores que influyen directamente en el resultado que se expresa en el desperdicio del tablero que da lugar a un precio del producto final. En la Figura 3.13 está la relación entre el desperdicio y el precio que se paga por el mueble a utilizar. Si el desperdicio es mayor de igual forma se incrementa el valor pagado por el material que no se utilizará.

| | Área total | Desperdicio (%) | Área con desperdicio | Costo desperdicio (US\$) |
|-------------------------|------------|-----------------|----------------------|--------------------------|
| Laterales | 2,01 | 25,97% | 2,534 | 8,935 |
| Bases | 0,63 | 25,97% | 0,799 | 2,816 |
| Puertas | 0,00 | 25,97% | 0,000 | 0,000 |
| Respaldo | 0,82 | 25,97% | 1,033 | 3,642 |
| Repisas | 0,18 | 25,97% | 0,226 | 0,796 |
| TOTAL POR MUEBLE | | | 4,591 | \$ 16,19 |

| | Área total | Desperdicio (%) | Área con desperdicio | Costo desperdicio (US\$) |
|-------------------------|------------|-----------------|----------------------|--------------------------|
| Laterales | 2,01 | 39,76% | 2,812 | 13,679 |
| Bases | 0,95 | 39,76% | 1,330 | 6,469 |
| Puertas | 1,50 | 39,76% | 2,095 | 10,194 |
| Respaldo | 0,82 | 39,76% | 1,146 | 5,576 |
| Repisas | 0,27 | 39,76% | 0,376 | 1,829 |
| TOTAL POR MUEBLE | | | 7,758 | \$ 37,75 |

Figura 3.13. Relación desperdicio – precio

En el caso presentado, con un desperdicio de 39,76% el valor fue US\$ 37,75 que estuvo mayor al doble cuando el desperdicio se ubicó en 25,9% con un costo de US\$ 16,19, el cliente percibiría que pagaría un valor mayor por algo que no lo utilizaría. Por esta razón es que se utilizó para el diseño del experimento el efecto

sobre el desperdicio que se generaría al momento de hacer cambios en los niveles de cada uno de los cuatro factores, según lo propuesto en la Tabla 3.6.

3.3.2 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Con el uso del software Minitab 16 se procedió a la creación del diseño del experimento, al ingresar en la pestaña correspondiente a Estadísticas, DOE, Diseño factorial y Crear diseño factorial, en la pantalla que se presentó se definieron los datos de los cuatro factores establecidos con los niveles que cambiaron según la Tabla 3.6, de igual forma se definió en el programa que se correría un diseño factorial completo. En la Figura 3.14 está la información ingresada y su resultado.

Diseño factorial completo

```
Factores:      4   Diseño de la base:      4, 16
Corridas:    16   Réplicas:                1
Bloques:      1   Puntos centrales (total):          0
```

Todos los términos están libres de estructuras alias.

Tabla de diseño (aleatorizada)

| Corrida | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 1 | + | - | - | - |
| 2 | - | + | - | - |
| 3 | - | + | + | - |
| 4 | - | - | + | - |
| 5 | - | - | - | - |
| 6 | + | - | + | - |
| 7 | + | + | + | - |
| 8 | - | + | - | + |
| 9 | - | + | + | + |
| 10 | - | - | - | + |
| 11 | - | - | + | + |
| 12 | + | + | + | + |
| 13 | + | - | + | + |
| 14 | + | - | - | + |
| 15 | + | + | - | + |
| 16 | + | + | - | - |

Figura 3.14. Diseño factorial

Con la información ingresada al software se obtuvo la Tabla 3.7, que presenta los valores con los cuales se corrió las pruebas experimentales.

Tabla 3.7. Datos para corridas experimentales

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|----|----------|--------------|-----------|---------|-------|-------------|---------|---------|
| | OrdenEst | OrdenCorrida | PtCentral | Bloques | Ancho | Profundidad | Puertas | Repisas |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 0 | 1 |
| 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 0 | 1 |
| 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 2 | 1 |
| 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 0 | 1 |
| 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 2 | 1 |
| 7 | 8 | 7 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 2 | 1 |
| 8 | 11 | 8 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 0 | 3 |
| 9 | 15 | 9 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 2 | 3 |
| 10 | 9 | 10 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 0 | 3 |
| 11 | 13 | 11 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 2 | 3 |
| 12 | 16 | 12 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 2 | 3 |
| 13 | 14 | 13 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 2 | 3 |
| 14 | 10 | 14 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 0 | 3 |
| 15 | 12 | 15 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 0 | 3 |
| 16 | 4 | 16 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 0 | 1 |

Con los datos de la tabla se utilizó el software Corte Certo, que permite optimizar el uso de los tableros de madera, entrega la cantidad de desperdicio y planos de corte de las piezas.

En este software los datos que se ingresaron fueron, la cantidad de piezas necesarias con sus dimensiones, largo y ancho, en función de la combinación requerida para realizar las diferentes corridas experimentales. Un ejemplo es lo presentado en la Figura 3.15 con los datos de la corrida 4.

| CORRIDA 4: | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,56 | 1,8 |
| ESPELOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPELOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,529 | 0,63 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,299 | 1,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,599 | 0,299 | 0,18 |

Figura 3.15. Cantidad y dimensiones de piezas del mueble

Para la corrida de ejemplo, la número 4, el nivel de cada uno de los factores fue ancho = 0,6, profundidad = 0,53, 2 puertas y 1 repisa, se observa la información de las medidas internas que representan el espacio a utilizar y con ello se calculó las dimensiones y cantidades de las piezas.

En la Figura 3.16 se presenta el ejemplo de los resultados que entrega el software y en la Figura 3.17 está la ampliación de la información que se utilizó.

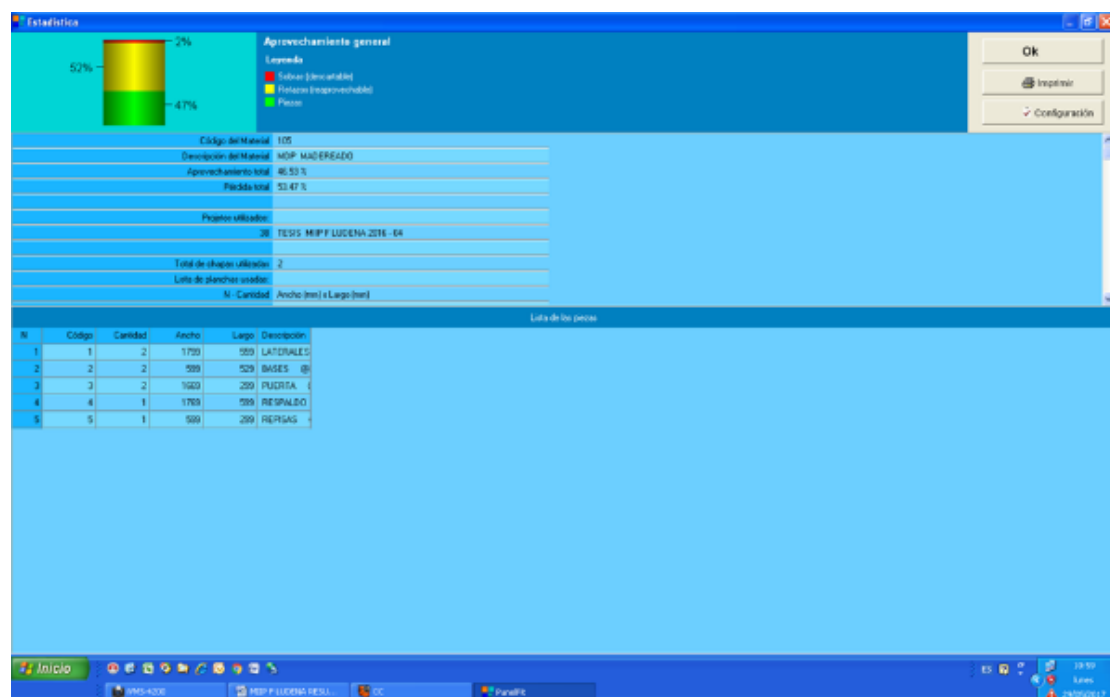


Figura 3.16. Resultados de optimización corrida 4



Figura 3.17. Resultados de optimización corrida 4 – Ampliados

En la Tabla 3.8 está la información completa con los resultados obtenidos luego de ejecutar las corridas experimentales. El porcentaje de desperdicio es el obtenido del software Corte Certo con los datos para cada una de las corridas. La información de todas las corridas realizadas se encuentra en el Anexo V.

Tabla 3.8. Resultados obtenidos con las corridas experimentales

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 |
|----|----------|--------------|-----------|---------|-------|-------------|---------|---------|-------------|
| | OrdenEst | OrdenCorrida | PtCentral | Bloques | Ancho | Profundidad | Puertas | Repisas | Desperdicio |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 0 | 1 | 54,05% |
| 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 0 | 1 | 24,14% |
| 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 2 | 1 | 52,56% |
| 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 2 | 1 | 53,47% |
| 5 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 0 | 1 | 25,97% |
| 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 2 | 1 | 39,76% |
| 7 | 8 | 7 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 2 | 1 | 38,73% |
| 8 | 11 | 8 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 0 | 3 | 17,31% |
| 9 | 15 | 9 | 1 | 1 | 0,6 | 0,55 | 2 | 3 | 49,14% |
| 10 | 9 | 10 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 0 | 3 | 19,14% |
| 11 | 13 | 11 | 1 | 1 | 0,6 | 0,53 | 2 | 3 | 50,06% |
| 12 | 16 | 12 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 2 | 3 | 33,61% |
| 13 | 14 | 13 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 2 | 3 | 34,64% |
| 14 | 10 | 14 | 1 | 1 | 0,9 | 0,53 | 0 | 3 | 48,92% |
| 15 | 12 | 15 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 0 | 3 | 47,89% |
| 16 | 4 | 16 | 1 | 1 | 0,9 | 0,55 | 0 | 1 | 53,02% |

Esta tabla de trabajo se utilizó en el Minitab 16 para obtener el diagrama de Pareto y normal, de donde se determinó cuáles son los factores que tiene un efecto significativo en el resultado.

El software tiene facilidades para encontrar diferentes gráficas para realizar el análisis estadístico de la información ingresada. En la Figura 3.18, está el resultado de la gráfica normal con un nivel de confianza del 5%.

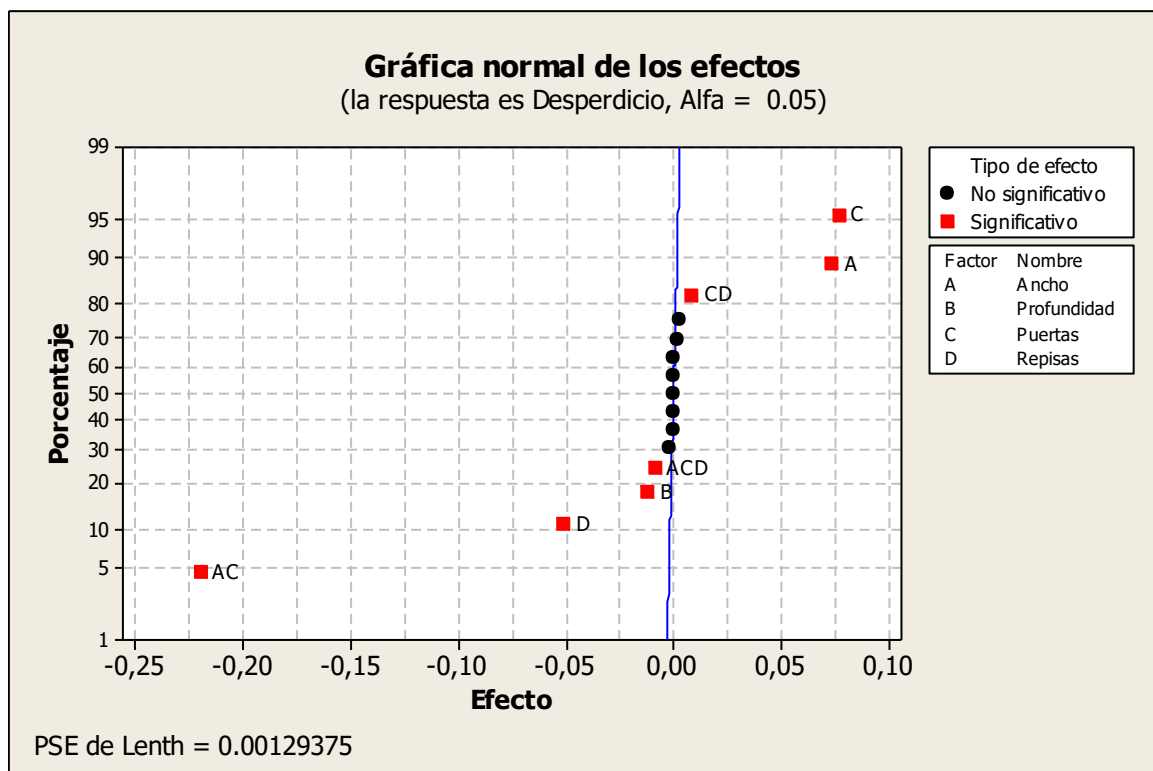


Figura 3.18. Gráfica normal de los efectos

En la Figura 3.19 está el diagrama de Pareto que ofrece la misma información, pero con otro tipo de gráfico, con la línea de referencia en 0.0033.

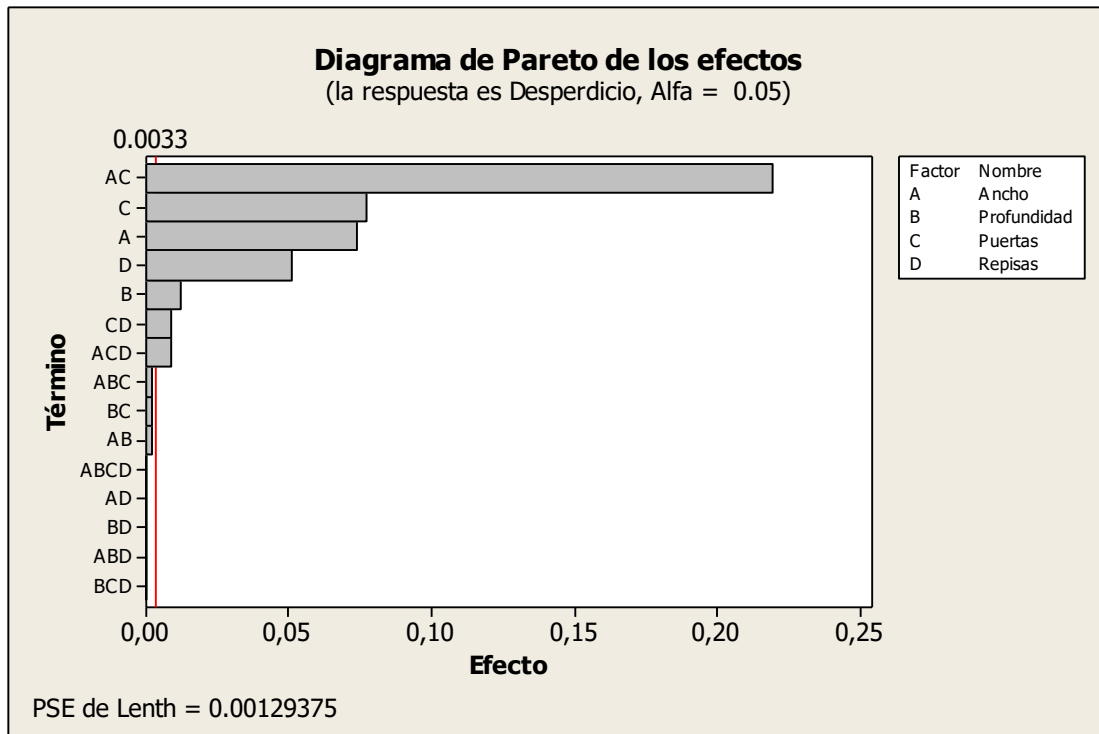


Figura 3.19. Diagrama de Pareto

Los resultados indican que los cuatro factores, ancho, profundidad, puertas y número de repisas, intervienen en el resultado, al igual que las interacciones entre ancho y puerta, puertas y repisas, ancho, puertas y repisas mientras que las otras no son significativas para cambiar el efecto en la salida. La interacción entre el ancho y número de repisas es la que tiene mayor significancia y por ende deberá ser considerada para mejorar el diseño.

Se eliminó los menos significativos y se volvió a correr el software, con esto se clarificó la influencia que se tiene de cada factor y se obtuvo información de la ANOVA así como de los factores de la ecuación de regresión que serviría para predecir resultados con cambios de otros valores en las variables de entrada. En la Figura 3.20 se encuentra la gráfica de Pareto y se confirma lo indicado anteriormente.

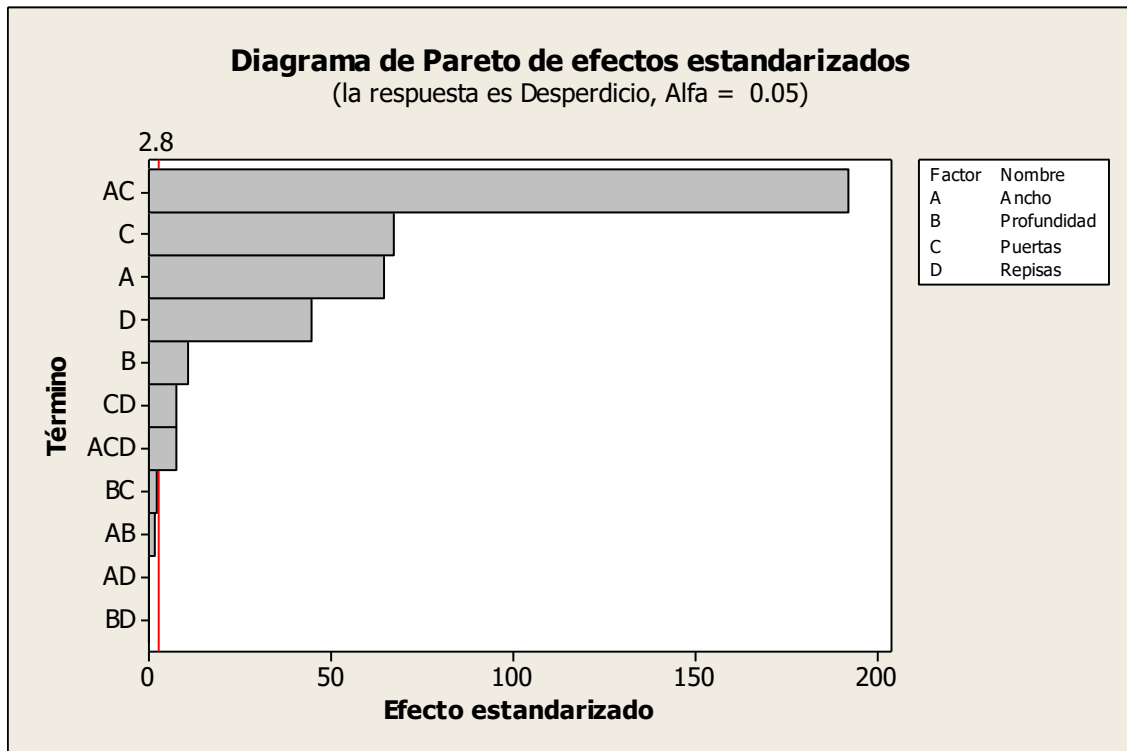


Figura 3.20. Diagrama de Pareto de efectos significativos

De acuerdo a las facilidades que tiene el software propuesto a continuación se presenta los resultados de la ANOVA, como los coeficientes de la regresión con la participación de los factores analizados:

Ajuste factorial: Desperdicio vs. Ancho, Profundidad, Puertas, Repisas

Análisis de varianza para Desperdicio (unidades codificadas)

| Fuente | GL | SC Sec. | SC Ajust. | MC Ajust. | F | P |
|--------------------------|----|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Efectos principales | 4 | 0,056372 | 0,056372 | 0,014093 | 2 693,01 | 0,000 |
| Ancho | 1 | 0,021631 | 0,021631 | 0,021631 | 4 133,49 | 0,000 |
| Profundidad | 1 | 0,000577 | 0,000577 | 0,000577 | 110,30 | 0,000 |
| Puertas | 1 | 0,023662 | 0,023662 | 0,023662 | 4 521,61 | 0,000 |
| Repisas | 1 | 0,010501 | 0,010501 | 0,010501 | 2 006,66 | 0,000 |
| 2° orden (interacciones) | 6 | 0,193508 | 0,193508 | 0,032251 | 6 162,93 | 0,000 |
| Ancho*Profundidad | 1 | 0,000012 | 0,000012 | 0,000012 | 2,24 | 0,209 |
| Ancho*Puertas | 1 | 0,193182 | 0,193182 | 0,193182 | 36 915,27 | 0,000 |
| Ancho*Repisas | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,00 | 0,992 |
| Profundidad*Puertas | 1 | 0,000021 | 0,000021 | 0,000021 | 4,00 | 0,116 |
| Profundidad*Repisas | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,00 | 0,992 |
| Puertas*Repisas | 1 | 0,000293 | 0,000293 | 0,000293 | 56,04 | 0,002 |
| 3° orden (interacciones) | 1 | 0,000290 | 0,000290 | 0,000290 | 55,39 | 0,002 |
| Ancho*Puertas*Repisas | 1 | 0,000290 | 0,000290 | 0,000290 | 55,39 | 0,002 |
| Error residual | 4 | 0,000021 | 0,000021 | 0,000005 | | |
| Total | 15 | 0,250190 | | | | |

Coefficientes estimados para Desperdicio utilizando datos en unidades no codificadas

| Término | Coef |
|-----------------------|------------|
| Constante | 0,348712 |
| Ancho | 0,612750 |
| Profundidad | -1,14187 |
| Puertas | 0,474975 |
| Repisas | -0,0508125 |
| Ancho*Profundidad | 0,570833 |
| Ancho*Puertas | -0,675792 |
| Ancho*Repisas | 0,0283333 |
| Profundidad*Puertas | 0,114375 |
| Profundidad*Repisas | -0,0006250 |
| Puertas*Repisas | 0,0255625 |
| Ancho*Puertas*Repisas | -0,0283750 |

Se confirmó al observar la ANOVA que la interacción entre ancho y puertas fue la más fuerte, con un valor de $F = 36\,915,27$ implica que una variación en estos parámetros daría lugar a un cambio fuerte en el desperdicio que se obtenga. Bajo las condiciones establecidas se procedió a evaluar, con los gráficos que se obtuvieron del software, la mejor alternativa para minimizar el valor del desperdicio que daría lugar a un mejor precio que paga el cliente. En la Figura 3.21 se presenta los cambios en el promedio de la salida para los dos niveles de cada uno de los factores principales analizados.

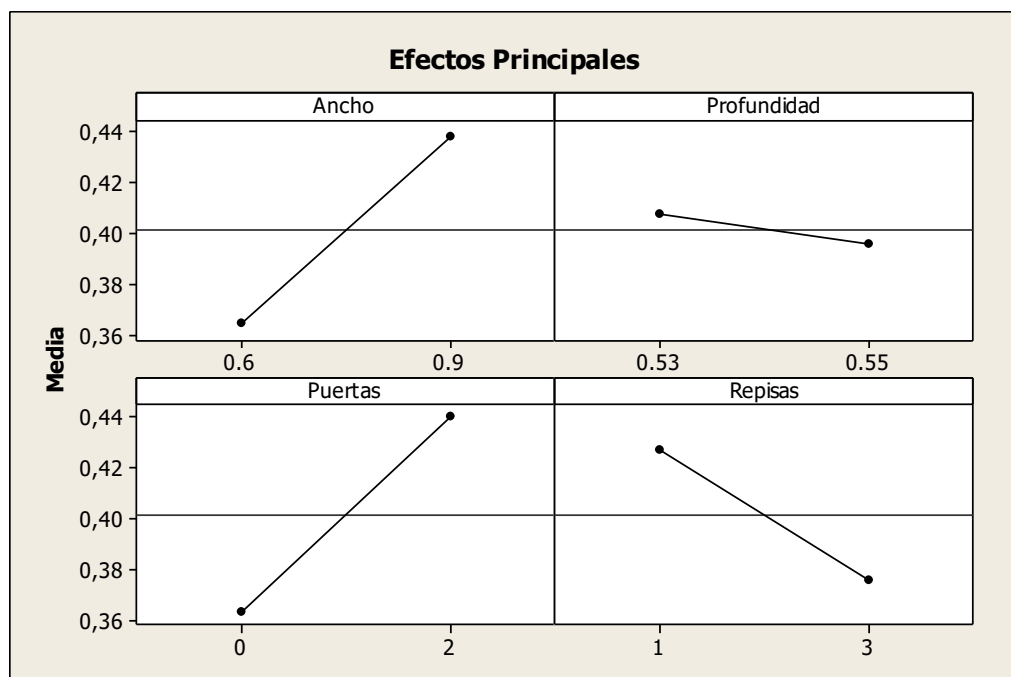


Figura 3.21. Diagrama de efectos principales

Al observar la figura se deduce que la profundidad es la variable que menor influencia tiene sobre la salida, por cuanto los valores medios del desperdicio cambian entre 40,75% y 39,55%. En la Figura 3.22 se presenta la interacción que existe entre los factores.

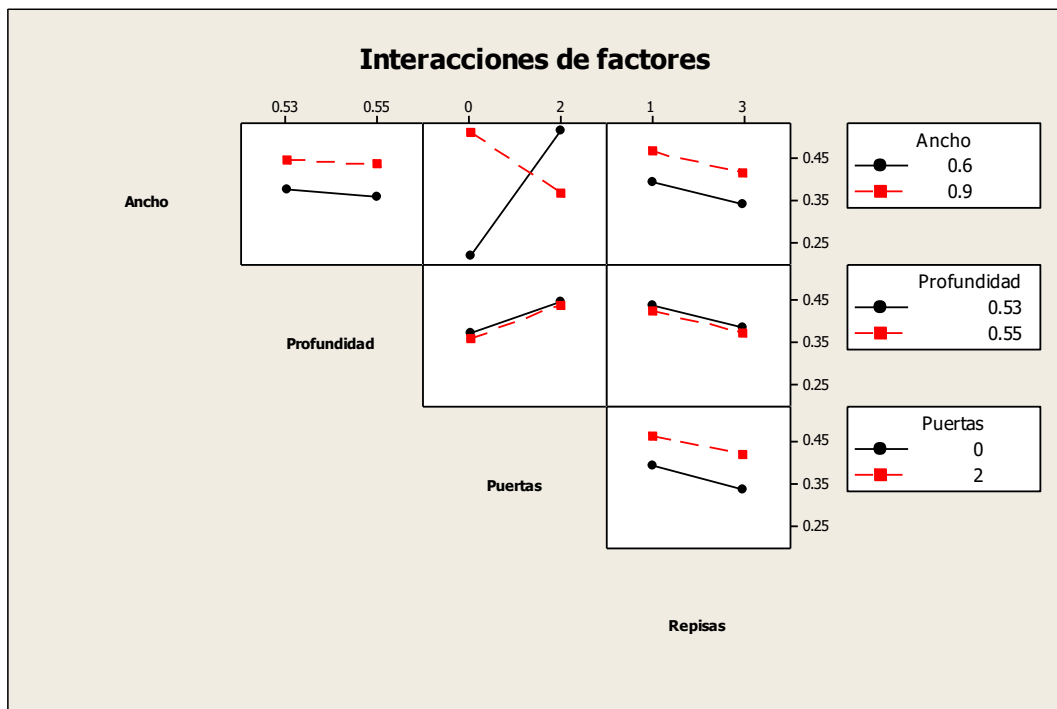


Figura 3.22. Diagrama de efectos principales

De la figura se deduce nuevamente que la relación entre ancho y puerta es la que generó efectos más fuertes en la salida. Por último, está la Figura 3.23 que presenta el diagrama de cubos que ayudó a comprobar el efecto de la interacción de los factores sobre la salida.

En el caso de estudio, en la Figura 3.23 se determinó que la combinación que dio un menor valor de desperdicio fue la que se encuentra en el vértice del cubo derecho en la parte superior izquierda, que entregó un desperdicio de 17,31%. Esto implicó que el mueble a proponer debe tener entre sus especificaciones un ancho de 0,6 m; profundidad de 0,55 m, sin puertas y con 3 repisas.

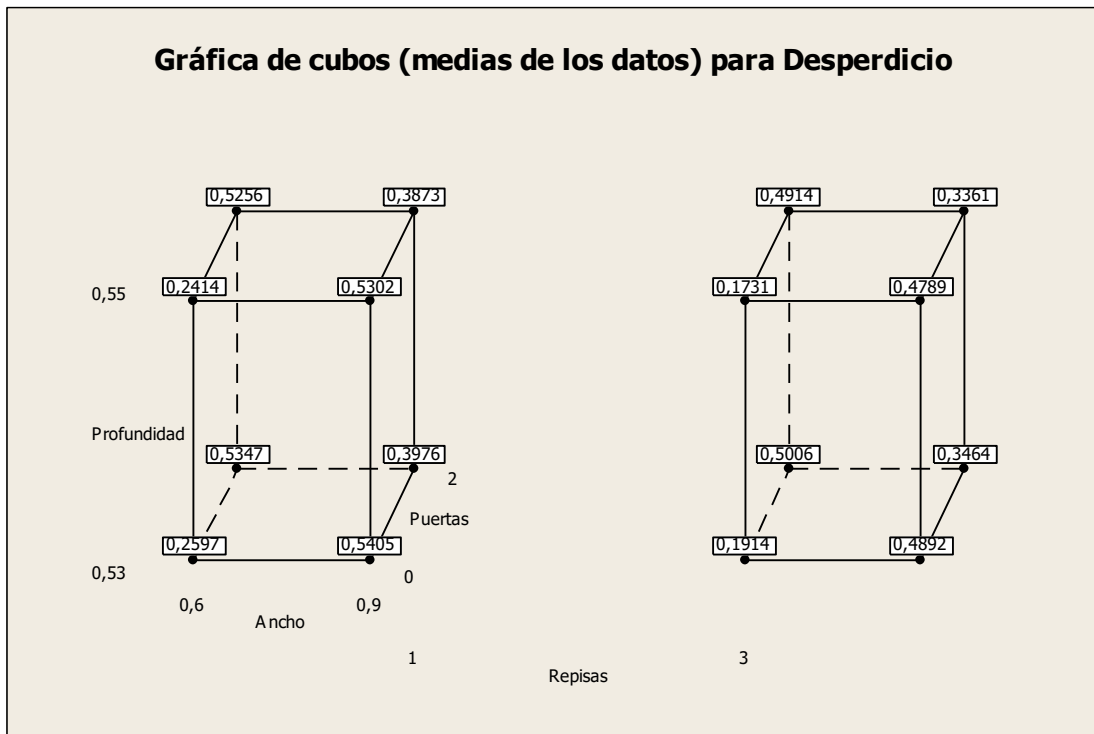


Figura 3.23. Diagrama de cubos

La información con la cual se ejecutó el experimento se encuentra en la Figura 3.24 que presenta el resumen de los valores de la corrida que dio lugar al menor costo de desperdicio.

| CORRIDA 8: | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|-------------|---------|------------|-----------------|----------------------|-------------------|--|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,55 | 1,8 | | | | | |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD | | | | | |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,58 | 1,8 | | | | | |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | | | | | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | | | | | | |
| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL | DESPERDICIO (%) | AREA CON DESPERDICIO | COSTO DESPERDICIO | |
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 | 17,31% | 2,444 | 4,825 | |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,549 | 0,66 | 17,31% | 0,772 | 1,523 | |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,299 | 0,00 | 17,31% | 0,000 | 0,000 | |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 | 17,31% | 0,962 | 1,899 | |
| REPISAS | 3 | 0,599 | 0,299 | 0,54 | 17,31% | 0,631 | 1,245 | |
| TOTAL POR MUEBLE | | | | | | 4,809 | \$ 9,49 | |

Figura 3.24. Datos y resultados en la corrida 8

Con el análisis realizado y con el resultado establecido se pudo preparar la propuesta final para los clientes y modificar sus especificaciones objetivo que sirvieron para iniciar el desarrollo del estudio experimental.

3.4 PROPUESTA FINAL DEL PRODUCTO

A pesar que existieron muchas ideas para satisfacer los requerimientos expresados por los potenciales clientes fue necesario llegar a uno sólo que se probó para continuar con los siguientes pasos necesarios para el desarrollo del nuevo producto.

Una vez que se presentaron varias propuestas para cumplir con el concepto del producto se utilizó el diseño de experimentos para concentrar la atención en los factores que dan efectos importantes en la salida planteada. Con las diferentes alternativas que se pudieron utilizar en el trabajo experimental, permitió llegar a un diseño que garantizó el menor precio para el cliente.

3.4.1 DOCUMENTACIÓN DEL PRODUCTO

El producto se hará una realidad si quien lo va a implementar cuenta con la documentación clara y pormenorizada de lo formulado. Se presentó el detalle que facilitó preparar el prototipo para observar el resultado del estudio. Se exhibió la parte comercial con la hoja de especificaciones, así como los gráficos, planos y diagramas para el montaje del producto propuesto.

El cliente necesitará tener la información del producto que va a comprar y a primera vista observar que solventará sus necesidades, el primer contacto será la hoja de especificaciones con la información y gráficos. Bajo estas consideraciones se preparó la Tabla 3.9 que presenta la hoja de especificaciones final del producto a ofrecer, al ser la mejor alternativa de las combinaciones posibles analizadas.

Tabla 3.9. Hoja de especificaciones final de estantería

| | | |
|---|---|---|
| <p>Fabricante:</p> <p>SERVICIOS INTEGRADOS Y CORPORATIVOS</p>  <p>EmFALU Cia Ltda</p> | <p>Fotografía:</p>  | |
| <p>Identificación: Estantería alta</p> | <p>Código: MBL – 001</p> | <p>Aplicaciones sugeridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Librero • Armario • Toallero • Zapatera |
| <p>Material: Tablero de partículas de madera resistente a la humedad</p> | <p>Color: se puede escoger Olivo, blanco, negro, sangría, mango, cemento, wengue, caramelo, azul marino, cerezo, coral, ceniza</p> | <p>Recomendaciones almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las piezas antes de ser armadas deben estar almacenadas en forma horizontal • Seguir instrucciones para armado |
| <p>Dimensiones:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ancho: 0,63 m • Profundidad: 0,58 m • Altura: 1,80 m | <p>Peso: 44,41 Kg</p> |
| <p>Partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 laterales de 1,799 x 0,579 m • 2 bases de 0,599 x 0,549 m • 1 respaldo de 1,769 x 0,599 m • 3 repisas de 0,599 x 0,299 m | | |
| <p>Accesorios:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Minifix • Bisagras • Soportes entrepaños | |
| <p>Complementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puede utilizar repisas FALUM para hacer divisiones • Soportes para repisas | <p>Recomendaciones de limpieza: Usar productos de limpieza doméstico o Tiñer</p> | <p>Contactos: EMFALU Teléfono: 2082001 E-mail: mercadeo@emfalu.com WhatsApp: 0998040755</p> |

El Anexo VI presenta el plano del producto con las partes y accesorios que lo conforman. Se utilizó la codificación de tecnología de grupos para definir cada parte del mueble, se decidió utilizar un número de tres elementos constitutivos, en la Figura 3.25 está la estructura del código.

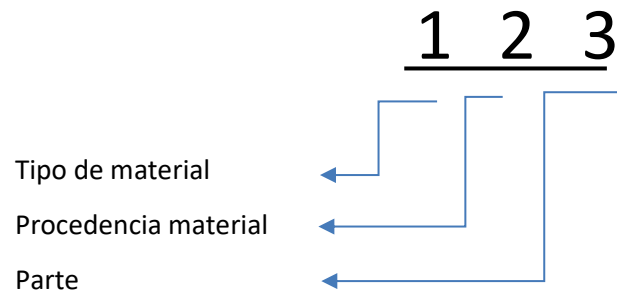


Figura 3.25. Estructura del código de las partes

Esta codificación permitió tener una clara identificación de cada una de las partes constitutivas del mueble. Y se complementó lo planteado con la definición de lo que representó cada uno de los dígitos, en las Tablas 3.10, 3.11 y 3.12 está la información utilizada y que generó los códigos de cada una de las partes constitutivas del nuevo producto.

Tabla 3.10. Primer dígito por tipo de material

| Tipo de Material | Código |
|------------------|--------|
| Madera | 1xx |
| Metal | 2xx |
| PVC | 3xx |

Tabla 3.11. Segundo dígito por procedencia

| Procedencia del Material | Código |
|---------------------------------|---------------|
| Nacional | x1x |
| Importado | x2x |

Tabla 3.12. Tercer dígito por parte

| Parte | Código |
|------------------|---------------|
| Materia prima | xx0 |
| Cazoleta minifix | xx1 |
| Perno minifix | xx2 |
| Lateral | xx3 |
| Base | xx4 |
| Respaldo | xx5 |
| Repisa | xx6 |
| Soporte | xx7 |

3.4.2 LISTA DE MATERIALES

Uno de los detalles que se requirió fue precisar las partes que constituyeron el nuevo producto. Con la referencia presentada se preparó la Tabla 3.13 para definir la identificación de cada una de las partes constitutivas del mueble a ser ofertado.

Tabla 3.13. Codificación de partes

| Parte | Código |
|-------------------|---------------|
| Tablero de madera | 110 |
| Filo para cantos | 320 |
| Cazoleta minifix | 221 |
| Perno minifix | 222 |
| Lateral | 113 |
| Base | 114 |
| Respaldo | 115 |
| Repisa | 116 |
| Soporte | 227 |

La codificación que se estableció permitió junto con el plano del mueble definir las cantidades de cada uno de los componentes del nuevo producto. Es la información que también se utilizó para la determinación posterior del costo de la propuesta.

En la Tabla 3.14 se presenta la lista de materiales de acuerdo a la información codificada de las partes constitutivas del mueble a ser ofertado, así como las cantidades de cada una.

Tabla 3.14. Lista de materiales para mueble MBL-001

| Parte | Descripción | Cantidad | Unidad |
|--------------|--------------------|-----------------|---------------|
| 110 | Tablero de madera | 1 | UND |
| 320 | Filo para cantos | 26 | M |
| 221 | Cazoleta minifix | 14 | UND |
| 222 | Perno minifix | 14 | UND |
| 113 | Lateral | 2 | UND |
| 114 | Base | 2 | UND |
| 115 | Respaldo | 1 | UND |
| 116 | Repisa | 3 | UND |
| 227 | Soporte repisas | 12 | UND |

3.4.3 GRÁFICA DEL PRODUCTO

El complemento de la documentación del diseño del producto se realizó con el árbol de la estructura del producto que se presenta en la Figura 3.26, el número entre paréntesis representa la cantidad de cada componente para realizar una unidad del nuevo producto.

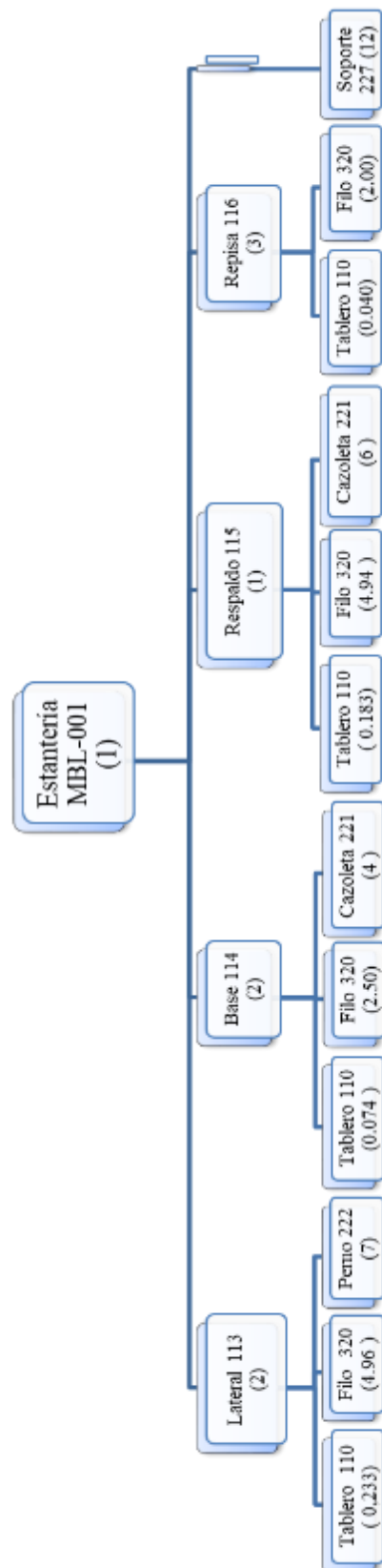


Figura 3.26. Árbol de estructura del producto

Al observar la estructura del producto se encuentra los componentes de cada una de las partes y es la base para preparar el diagrama de montaje que se presenta en la Figura 3.27 que junto al plano de montaje exhibido en el Anexo VII ayudó para obtener al producto final.

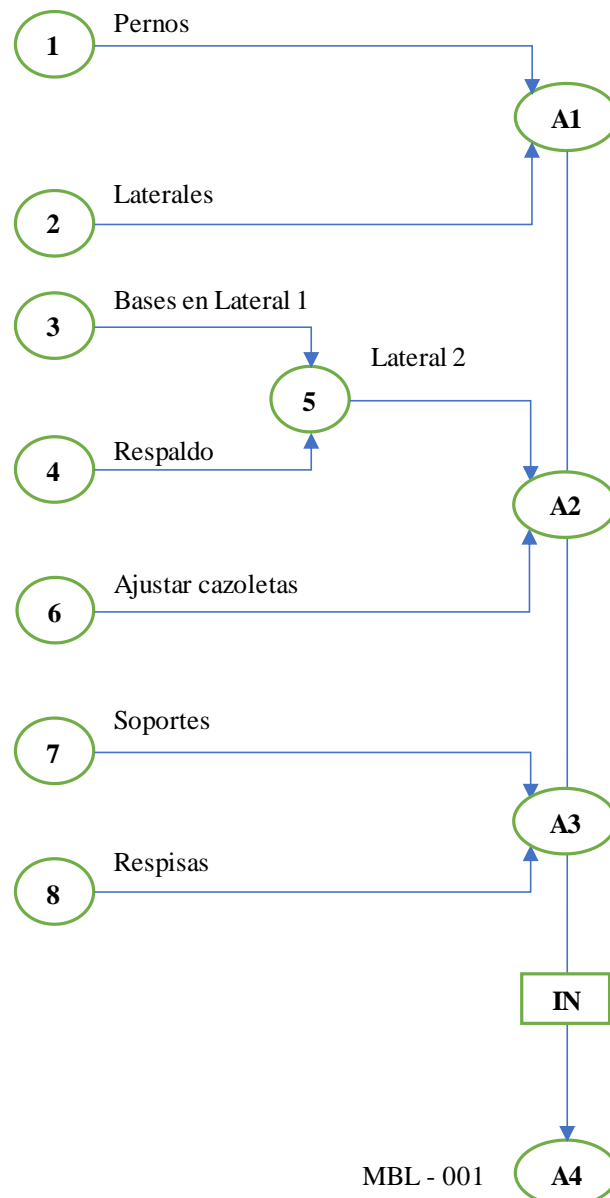


Figura 3.27. Diagrama de montaje del producto

Con la documentación mostrada se obtuvo los elementos de diseño del nuevo producto y se deberá pasar a las siguientes fases en caso de decidirse su producción.

Sin embargo, para constatar que el diseño planteado permitiría hacer el producto se procedió con la preparación del prototipo inicial del nuevo producto propuesto y diseñado. Para esto se debió realizar los cortes del tablero, en la Figura 3.28 se exhibe el plano de corte que se obtuvo con el software Corte Certo.

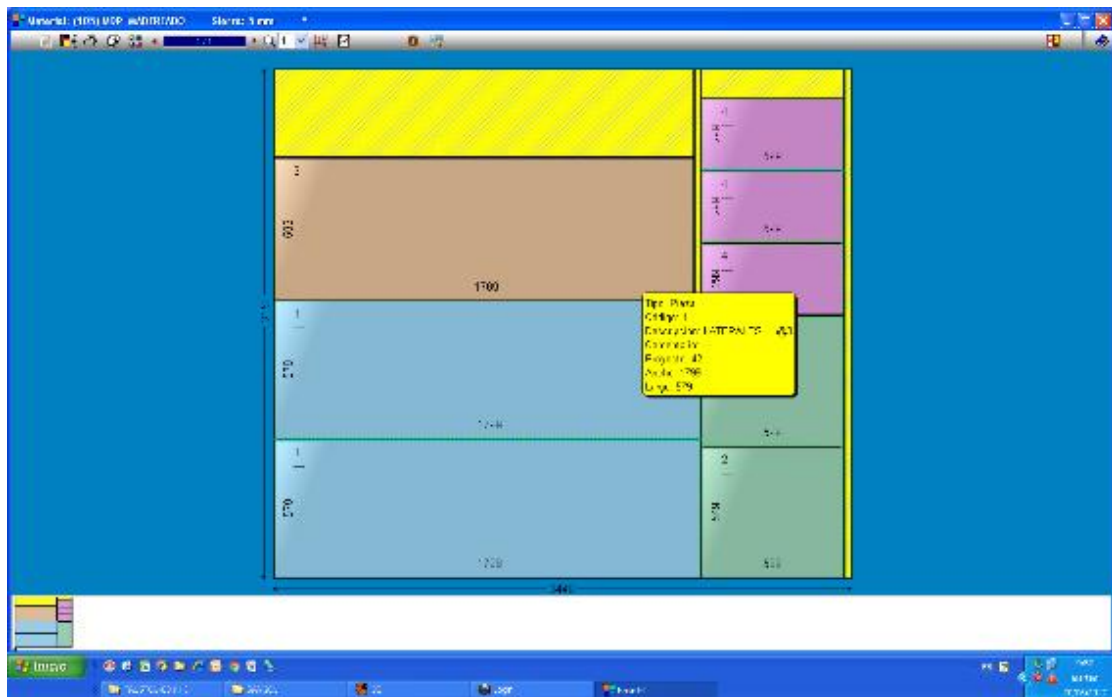


Figura 3.28. Plano de corte del tablero

Con el uso de la máquina de corte y con el plano de la Figura 3.28 se procedió a obtener los resultados que se presentan en la Figura 3.29 que muestra la fotografía de las partes y piezas que fueron procesadas para armar el mueble MBL-001.



Figura 3.29. Partes para el mueble MBL – 001

Una vez cortadas las piezas fue necesario pegar el filo en los cantos del tablero y la colocación de los herrajes que facilitan el armado del mueble, como son las cazoletas y pernos minifix, la localización de los mismos se lo hizo con la utilización de la plantilla entregada por el fabricante de los herrajes, de tal forma que no existan fallas de alineación en las perforaciones que fueron necesarias para colocar los elementos de unión. Sin embargo, en el Anexo VII se presentan las medidas en milímetros de estas perforaciones. En la Figura 3.30 está la fotografía del prototipo logrado según los planos y diagramas presentados anteriormente.



Figura 3.30. Mueble terminado

En la Figura 3.31 se observa el sobrante del tablero luego de realizar los cortes para su construcción. Es la salida del proceso analizado en el presente estudio y que se pudo visualizar físicamente. Según el cliente esto realmente se consideraría un desperdicio, caso contrario se lo podría utilizar en otra aplicación.



Figura 3.31. Desperdicio del tablero de madera

Se realizó el diseño de la nueva propuesta para vender los tableros de madera en el almacén de EMFALU con la implementación del prototipo elaborado.

3.5 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL RESULTADO

3.5.1 COSTEO DEL PRODUCTO

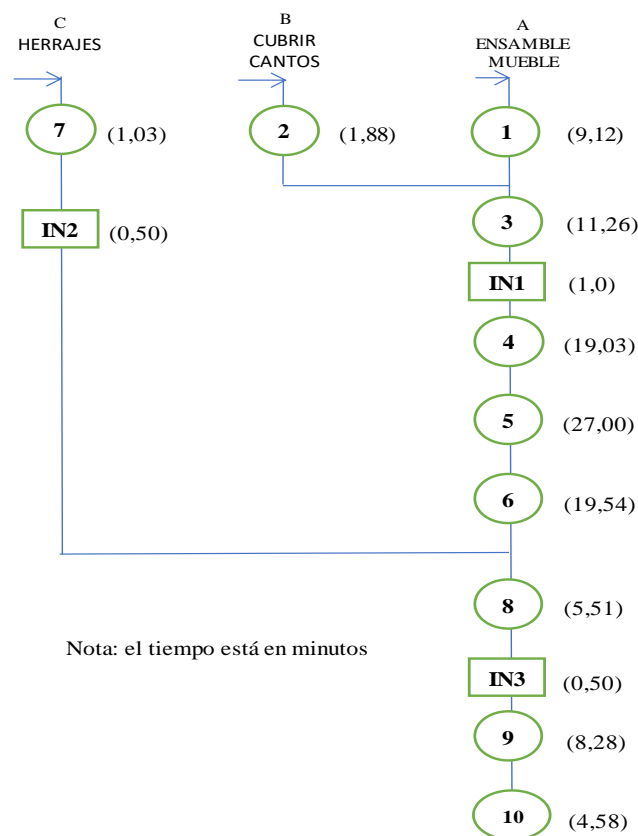
El producto desarrollado se convertirá en una realidad si se lo puede colocar en el mercado y el cliente lo quiera adquirir. Fue necesario establecer el precio al cual se lo ofrecería y esto se apoyó con la definición del costo que se basó en lo presupuestado del producto.

Para formar el costo se precisaron los valores de las partes en función de la lista de materiales, esto se presenta en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15. Costo de materiales para mueble MBL-001

| Parte | Descripción | Cantidad | Unidad | Costo unitario (US\$/UND) | Costo Total (US\$) |
|-------|-------------------|----------|--------|---------------------------|--------------------|
| 110 | Tablero de madera | 1 | UND | 81,560 | 81,56 |
| 320 | Filo para cantos | 26 | m | 0,260 | 6,76 |
| 221 | Cazoleta minifix | 14 | UND | 0,110 | 1,54 |
| 222 | Perno minifix | 14 | UND | 0,095 | 1,33 |
| 227 | Soporte repisas | 12 | UND | 0,070 | 0,84 |
| | TOTAL: | | | | 92,03 |

También se consideró los valores correspondientes a la mano de obra y maquinaria necesaria para la fabricación de la propuesta. Con el uso del diagrama del proceso presentado en la Figura 3.32, se llegó al tiempo utilizado para hacer el prototipo.

**Figura 3.32.** Diagrama de proceso para preparar las partes del mueble MBL-001

Junto con el diagrama se preparó la Tabla 3.16 con la información de las actividades y los tiempos que tomó cada uno de ellas en la realización del prototipo.

Tabla 3.16. Actividades del proceso de preparación de partes del mueble MBL-001

| | TAREA | Cod. | OPERACIONES | Tiempo (min) |
|---|---|------|---|--------------|
| A | PREPARAR PARTES Y PIEZAS DE MUEBLE MBL -001 | 1 | Cortar tablero de madera | 9,12 |
| | | 3 | Laminar Partes cortadas | 11,26 |
| | | IN1 | Inspeccionar partes | 1,00 |
| | | 4 | Realizar perforaciones para cazoletas minifix | 19,03 |
| | | 5 | Realizar perforaciones para pernos minifix | 27,00 |
| | | 6 | Realizar perforaciones para soportes repisas | 19,54 |
| | | 8 | Colocar cazoletas y pernos | 5,51 |
| | | IN3 | Inspeccionar N° Partes y piezas | 0,50 |
| | | 9 | Limpieza | 8,28 |
| | | 10 | Embalaje | 4,58 |
| B | PREPARAR FILO PARA CUBRIR LOS CANTOS | 2 | Medir y preparar filo | 1,88 |
| C | PREPARA LOS HERRAJES DE MONTAJE | 7 | Preparar cazoletas y pernos de minifix | 1,03 |
| | | IN2 | Inspeccionar herrajes | 0,50 |

Se complementa con valores de la tasa de mano de obra y maquinaria, entregada por contabilidad de la empresa, con lo cual se preparó la Tabla 3.17 que indica los valores de los costos en que se incurrió.

Tabla 3.17. Costo de mano de obra y maquinaria

| | Cod. | OPERACIONES | Tiempo (min) | Tasa mano de obra (US\$/min) | Tasa uso de máquina (US\$/min) | Total (US\$) |
|---|---------------|---|---------------|------------------------------|--------------------------------|--------------|
| A | 1 | Cortar tablero de madera | 9,12 | 0,039 | 0,017 | 0,51 |
| | 3 | Laminar Partes cortadas | 11,26 | 0,039 | 0,021 | 0,68 |
| | IN1 | Inspeccionar partes | 1,00 | 0,039 | 0,000 | 0,04 |
| | 4 | Realizar perforaciones para cazoletas minifix | 19,03 | 0,039 | 0,001 | 0,77 |
| | 5 | Realizar perforaciones para pernos minifix | 27,00 | 0,039 | 0,001 | 1,09 |
| | 6 | Realizar perforaciones para soportes repisas | 19,54 | 0,039 | 0,001 | 0,79 |
| | 8 | Colocar cazoletas y pernos | 5,51 | 0,039 | 0,000 | 0,21 |
| | IN3 | Inspeccionar N° Partes y piezas | 0,50 | 0,039 | 0,000 | 0,02 |
| | 9 | Limpieza | 8,28 | 0,039 | 0,000 | 0,32 |
| | 10 | Embalaje | 4,58 | 0,039 | 0,010 | 0,22 |
| B | 2 | Medir y preparar filo | 1,88 | 0,039 | 0,000 | 0,07 |
| C | 7 | Preparar cazoletas y pernos de minifix | 1,03 | 0,039 | 0,000 | 0,04 |
| | IN2 | Inspeccionar herrajes | 0,50 | 0,039 | 0,000 | 0,02 |
| | Total: | | 109,23 | | | 4,78 |

Se preparó con esta información la Tabla 3.18 y se encontró el costo presupuestado de la preparación del producto propuesto.

Tabla 3.18. Costo total del mueble MBL-001

| Costo materiales (US\$) | Costo de MO y MQ (US\$) | Costo Total (US\$) |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| 92,03 | 4,78 | 96,81 |

Esto permitió definir el precio que se propuso para la venta del nuevo producto, se consideró un margen del 20% que dio el precio: US\$ 121,01

3.5.2 UTILIZACIÓN DEL FLUJO DE CAJA PARA LA EVALUACIÓN

La evaluación del resultado con el diseño propuesto se lo hizo a través de establecer el flujo de fondos basado en las ventas que estimaron en la Gerencia Comercial, los costos establecidos y la inversión que se planificó para la introducción en el mercado del producto, así como del diseño del mismo.

En la Tabla 3.19 están los valores incurridos inicialmente para el diseño y lanzamiento del producto, es decir la inversión inicial a ser utilizada en el flujo de fondos.

Tabla 3.19. Valores de inversión inicial

| Items | Valor (US\$) |
|--------------------------------|------------------|
| Tableros prueba y herrajes | 460,15 |
| Adecuación espacio | 6 500,00 |
| Capacitación | 375,00 |
| Logística | 975,00 |
| Diseño producto | 5 250,00 |
| Publicidad | 1 625,00 |
| Inversión Total (US\$): | 15 185,15 |

Se preparó el cuadro de flujo de fondos que se está en la Tabla 3.20 con los datos anteriores y con el estimado de ventas que se basa en los resultados en la fecha del estudio y un incremento esperado del 5%, por cuanto se trata de un nuevo producto. Se lo hizo para cinco años como horizonte en el cual se analizó los resultados.

Tabla 3.20. Flujo de fondos esperado para cinco años

| Período | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ingresos | 0,00 | 29 042,40 | 30 494,52 | 32 067,65 | 33 640,78 | 35 334,92 |
| Cantidad | | 240,00 | 252,00 | 265,00 | 278,00 | 292,00 |
| Precio Unitario | 121,01 | 121,01 | 121,01 | 121,01 | 121,01 | 121,01 |
| Egresos | 15 185,15 | 23 234,40 | 24 396,12 | 25 654,65 | 26 913,18 | 28 268,52 |
| Inversión | 15 185,15 | | | | | |
| Costo producto | 96,81 | 96,81 | 96,81 | 96,81 | 96,81 | 96,81 |
| Flujo | -15 185,15 | 5 808,00 | 6 098,40 | 6 413,00 | 6 727,60 | 7 066,40 |

Con los datos de la Tabla 3.20 se procedió a obtener con el uso del Excel los valores del Valor actual neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) para su posterior evaluación. Los valores calculados se encuentran en la Tabla 3.21, la tasa de interés que se utilizó fue del 20%, se basó en la rentabilidad mínima requerida que al menos sea la misma que se tiene en la actualidad que es del 15% y un 5% de riesgo por tratarse de un nuevo proyecto en un mercado conocido por la empresa.

Tabla 3.21. Valores calculados del VAN y TIR del proyecto

| | |
|---------------------|----------|
| Tasa de interés (%) | 20% |
| VAN (US\$) | 3 685,31 |
| TIR (%) | 30% |

Con los resultados alcanzados y según la Tabla 1.8 se concluyó que “Recuperamos nuestra inversión y ganamos más de lo que queríamos ganar”. Es decir, con este escenario la propuesta presentada fue rentable y se debería implementar y sacar ventaja por tratarse de un producto nuevo en la etapa de introducción.

La utilización de un proceso ordenado redujo el tiempo de implementación del diseño de un nuevo producto, que junto a la evaluación de la parte financiera se obtuvo resultados positivos, que fue lo esperado por EMFALU.

Al tratarse de una PYME con recursos limitados se lo trató como un proyecto que permitió determinar los factores o parámetros que influyen en el resultado final y con ello las posibilidades de plantear alternativas orientadas a satisfacer las necesidades de los clientes. Se llegó a establecer que cambios hacer para generar un efecto en la salida, de una forma objetiva y no simplemente basado en expectativas o experiencia de los integrantes de la empresa.

Se esbozó el concepto de cómo comercializar un tablero de madera de una manera diferente, que se lo ha realizado de una misma forma los últimos 15 años, se buscó satisfacer los requerimientos expresados por los clientes y que fueron considerados para el desarrollo del proyecto. Dejándose adicionalmente una metodología ordenada que servirá para posteriores proyectos y la utilización del diseño de experimentos para la implementación del proceso productivo.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- a. Entender las necesidades del cliente fue importante, con la utilización del PAJ se llegó a determinar que la más significativa, en un 52%, es el poder obtener un producto que tenga varias aplicaciones y que a la vez sea fácil de usar, en un 25%, de tal forma que ayude a mejorar los espacios existentes en los hogares. Junto con esta prioridad se llegó a ponderar con 6,38 la característica de calidad que “sea fácil de transportar”; que definió la forma y principio de trabajo del nuevo producto.
- b. El concepto del producto se precisó como “Creación de espacios con soluciones sencillas, fáciles de implementar y agradables; con la utilización de tableros de partículas (MDP) o fibra (MDF) de madera, accesorios, servicios y con el respaldo de marcas reconocidas a nivel nacional e internacional que garanticen la calidad del producto. Disponibles en el menor tiempo y a un precio competitivo”; con este se estableció los principios y tecnología a ser utilizada para desarrollar las 16 ideas que le darían la forma a la propuesta, se desarrolló su diseño tras la priorización y selección de lo expuesto en la lluvia de ideas.
- c. La aplicación del diseño de experimentos permitió hacer un análisis detallado de los factores que intervinieron en el diseño de alternativas de productos; se establecieron 4 factores que dio lugar a 2^4 (16) combinaciones, y se escogió la corrida de menor desperdicio con un resultado del 17,31%. Con esto se definieron las especificaciones técnicas del nuevo producto.
- d. En la ANOVA se observó que la interacción entre el factor ancho y factor puertas con un valor de $F = 36\,915,27$ indicó que sus variaciones influyen en la variable de salida unas 3 veces más que los factores independientes.

- e. Del análisis económico realizado se estableció que la propuesta es viable, siempre y cuando se consiga la venta de unidades entregado por la Gerencia Comercial. Esto mejorará la rentabilidad de la empresa que se da por el valor alcanzado del TIR (Tasa Interna de Retorno), 30%, que se obtiene del flujo de fondos realizado, así como el valor positivo de VAN (Valor actual neto), US\$ 3 685,31.
- f. Se demostró que en una PYME la utilización del diseño de experimentos para presentar una propuesta de nuevo producto, permitió examinar varias alternativas que perseguían satisfacer las necesidades expresadas por los potenciales clientes, que admitió analizar la viabilidad económica deseada por la empresa con un 30% de Tasa de retorno.
- g. La definición de las partes del producto con la lista de materiales que junto al diagrama de proceso estableció el costo del producto, US\$ 96,81 y con margen de 20% dio un precio sugerido de US\$ 121,01. Valores que fueron utilizados para generar el flujo de fondos para el análisis económico.
- h. El concepto del producto cambió el esquema de comercializar los productos además de enfocarse en un tipo de producto para el segmento de mercado al que se orientó y no perder esfuerzos en los otros que no reúnen los requerimientos para satisfacer las necesidades de los clientes. De las 14 líneas de producto se redujo a 4 que son: el MDP RH con recubrimiento de melamina, repisas FALUM, herrajes y accesorios para armar muebles y los filos para cubrir los cantos de los tableros.

4.2 RECOMENDACIONES

- a. Complementar el estudio realizado con el desarrollo del proceso de fabricación del nuevo producto y utilizar el diseño de experimentos para analizar los factores que intervienen en la implementación.
- b. Utilizar la metodología realizada en este estudio para ampliar la oferta de productos al mercado que atiende EMFALU. El resultado del diseño de experimentos permitió comprender que en el mueble es importante la combinación entre el ancho y la colocación de puertas, con lo cual se puede encontrar alternativas para ofrecer a los clientes.
- c. Trabajar con el diseño de experimentos para mejorar el proceso de fabricación del nuevo producto, de tal manera que se pueda determinar los factores que influyan en lograr los resultados deseados
- d. Generar plantillas para realizar las perforaciones de tal forma que se reduzcan los tiempos de fabricación, al igual que las herramientas a ser utilizadas.
- e. Capacitar al personal que asesorará y ofrecerá el producto en el concepto del producto para que pueda transmitir a los potenciales clientes las facilidades y fortaleza de adquirir el producto.
- f. Aplicar el concepto del producto para desarrollar la estrategia de mercadeo y comercialización del nuevo producto, sin perder de vista las expectativas y necesidades que expresó el cliente en el estudio inicial realizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agouridas, V., McKay, A., Winand, H., & de Pennington, A. (2008). *Advanced product planning: A comprehensive process for systemic definition of new product requirements*. Requirements Engineering, 13(1), 19-48. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00766-007-0055-z>
2. Aguirre G. Luis (2011), *Manual de financiamiento para empresas* (1era ed.). Ecuador: Plus ediciones
3. Álvarez, A. M. O., Merino, T. G., & Álvarez, M. V. S. (2012). *El desarrollo de nuevos productos a la luz y a la sombra de las capacidades dinámicas*. Cuadernos de Administración, 25(45), 113-135.
4. Arquero, A., Alvarez, M., & Martinez, E. (2009). *Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trough GIS data*. IEEE Latin America Transactions, 7(1).
5. Bastidas, J. J. B., Gómez, J. C. O., & Cabrera, J. P. O. (2013). *Modelo para la priorización dinámica de despachos de vehículos utilizando el proceso analítico jerárquico*. Revista Facultad de Ingeniería, (48), 201-215
6. Castaño, J.M. (2005). *El diseño integrado un modelo de desarrollo de nuevos productos*. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/1667362650?accountid=34102> (Julio,2016)
7. Del Giorgio Solfa F., Lagunas F. E., Sirra M. (2015), *Procesos de diseño y desarrollo de nuevos productos: relación con el marketing y la ingeniería*, SEDICI, recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/46947> (Mayo,2016)

8. Delgado Peirotén, José Luis (2010). *Quality Function Deployment (QFD)* , Recuperado el 13 de junio del 2016 de : http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi.../componente45590.pdf
9. Departamento de Organización de Empresas, EF y C, *Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos, Tema 2*. Recuperado de: <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/2DisennodeProducto.pdf> (mayo,2016)
10. Dolan, R. J. (2000). *Comentario sobre estrategia de marketing*. Harvard Business School, 19.
11. Ferré, J., & Rius, F. X. (2002). *Introducción al diseño estadístico de experimentos. Técnicas de laboratorio-barcelona-*, Recuperado de: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39954989/Introduccion_Disenodeexperimentos.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490179553&Signature=GaWE030OuJBOiINi%2FOU1RugZUsc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIntroduccion_Disenodeexperimentos.pdf (Agosto 2016)
12. Galindo E. (2010). *Estadística, métodos y aplicaciones* (3 era ed). Quito: Prociencia editores
13. Gómez Vera Jairo Andrés, Martínez Reyes María Carolina, Silva Valderrama Germán (2013). *Metodología de diseño de productos impulsados por tecnología. Caso de estudio envases comestibles*. Recuperado de: www.altec2013.org/programme_pdf/1540.pdf el 14 de mayo del 2016
14. Gutiérrez P. H, Salazar de la V.R. (2008). *Análisis y Diseño de experimentos* (2da ed). México: McGraw-Hill Interamericana

15. Heizer J., Render B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas* (8va ed.). Madrid: Prentice Hall
16. Jiménez, J. M. M. (2002). *El proceso analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones.*
17. Kotler Philip, Armstrong G. (1994), *Principles of marketing* (6ta Ed.). USA: Prentice- Hall
18. Kuehl R.O. (2001). *Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación* (2da ed.). México: Thomson Learning
19. Mendenhall W., Beaver R., Beaver B. (2010), *Introducción a la probabilidad y estadística* (13 va ed). México: Cengage Learning
20. Minitab Inc. (2010). *Tutorial en Minitab 16.1.0*
21. Montgomery D.C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos* (2da ed.). México: Editorial Limusa
22. Napolitano, H. (2010). *Diseño de experimentos*. Journal Article, revista Industria & Química N° 354, p. 62 – 78
23. Picado, F. (1993). *Diseño robusto para el mejoramiento continuo de la calidad*. Revista Tecnología en Marcha, Vol 12(2), p. 85-94.
24. Pineda, J. E. D. (2007). *Desarrollo de nuevos productos (DNP)*. Cuadernos de Investigación, (59). Recuperado de: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernos-investigacion/article/view/1284> (Julio,2016)

25. Porter Michael E. (2006). *Estrategia y ventaja competitiva* (1era. Ed). Colombia: Ediciones Deusto
26. Rivera Vilas, L. M. (2016), *Creación y lanzamiento de nuevos productos en la empresa* (2da Ed.). España: Editorial Universitaria Politécnica de Valencia
27. Robayo G. (2010). *Finanzas para directivos* (2da ed.). Ecuador: CODEGE
28. Rojas, C., Tripaldi, P., Pérez, A., & Quinteros, P. (2012). Diseño experimental y métodos de decisión multicriterio para optimizar la composición del helado mantecado. *Scientia Agropecuaria*, 3(1), 51-60.
29. Terninko J. (1997). *Step by step QFD, Customer-Driven product design* (2da ed). USA: CRC press
30. Ulrich K., Eppinger S.D. (2013), *Diseño y desarrollo de productos* (5ta ed). México: McGraw Hill / Interamericana Editores
31. Vargas, R. (2012). *Utilizando el proceso analítico jerárquico (PAJ) para seleccionar y priorizar proyectos en una cartera. Á. Águeda Barrero, Trad.) Brasil.*
32. Yacuzzi E., Martín F. (2003). *QFD: conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos*, Serie Documentos de Trabajo, Universidad del CEMA: Área: negocios, No. 234. Recuperado el 18 de marzo del 2016 de: <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/84469/1/389836664.pdf>

ANEXOS

ANEXO I

GUÍA PARA ENTREVISTA A POTENCIALES CLIENTES

| ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL | | | |
|---|--|------------|---|
| MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD | | | |
| ENCUESTA SOBRE GUSTOS Y NECESIDADES DE POTENCIALES CLIENTES | | | |
| | | RESPUESTAS | |
| ITEM | PREGUNTAS | 1 | 2 |
| I N F O R M A C I O N | FECHA | | |
| | HOMBRE / MUJER | | |
| | RANGO EDAD | | |
| | < 30 años | | |
| | 30 a 40 | | |
| | >40 | | |
| 1 | Para que utilizará el tablero de madera | | |
| 2 | Qué le gusta de este tablero de madera | | |
| 3 | Qué le disgusta o le hace falta al tablero de madera | | |
| 4 | Le gustaría tener tablero de maderas con otros diseños | | |
| 5 | Qué mejoras haría al producto | | |
| 6 | Que debería cumplir la tablero de madera para comprarlo | | |
| | Fácil instalación | | |
| | Color | | |
| | Precio | | |
| | Peso | | |
| | Empaque | | |
| | Espesor - grosor | | |
| | Venga con los accesorios para instalación | | |
| | Dimenciones | | |
| | Fácil de limpiar | | |
| | Que se le pueda usar en varias aplicaciones | | |
| Otros | | | |
| 7 | Que otros productos le gustaria encontrar | | |
| | Accesorios para usar con tableros de maderas | | |
| | Repuestos para el armado de muebles | | |
| | Borde para cubrir el tablero | | |
| | Rieles | | |
| | Bisagras | | |
| Otros | | | |

ANEXO II

LLUVIA DE IDEAS PARA DEFINIR NECESIDADES DEL CLIENTE

Lo que se debió contestar fue: ¿Qué haría a un cliente comprar un nuevo producto con tableros de madera?

1. Dónde comprar el tablero
2. Para quien lo compraría
3. Quién le ayudará a la instalación
4. Color del tablero a utilizar
5. Cómo utilizar el tablero
6. Cuando lo utiliza
7. Saber que son tableros de madera
8. Tiene maquinaria para trabajar con madera
9. Que el tablero tenga algún diseño especial
10. El tamaño del tablero para utilizarlo
11. El espesor del tablero a ser utilizado
12. Le importa el peso del tablero
13. Cómo le entreguen el producto
14. Que traiga empaque el tablero
15. Le gusta trabajar con madera
16. Ya ha comprado antes tableros de madera
17. Sea fácil limpiarlo con cualquier producto de limpieza
18. La calidad del producto

19. El precio del tablero
20. El tiempo de entrega del producto
21. Sea reutilizable el tablero
22. Quien me recibe en el almacén
23. Le gustaría que se pueda limpiar
24. Cómo transportar el tablero
25. Para quien compraría el tablero de madera
26. Que se pueda usar con otros accesorios
27. Que pueda escoger entre varias opciones
28. Un solo pago para que funcione
29. Fácil de usar sin necesitar un experto
30. Que sea diferente a lo común
31. Que haya datos para usarlo
32. Que me entreguen a tiempo
33. Que soporte trato de los niños
34. Que no le afecte la humedad
35. Que lo pueda usar en cualquier parte
36. Que no influya el clima
37. Que reciban tarjeta de crédito
38. Que tenga repuestos
39. Que le guste a la familia

ANEXO III

LLUVIA DE IDEAS PARA DEFINIR CONCEPTO DEL PRODUCTO

Lo que se debió contestar fue: ¿Qué se venderá en el almacén?

- A. El tablero de madera que le servirá para hacer varios tipos de muebles modernos de acuerdo al tamaño y uso que el cliente quiera utilizar, se optimizará los cortes en el formato establecido del tablero. Se tendrá 31 alternativas de colores para que los pueda combinar
- B. Un tablero de madera con diferentes colores y espesores que puede ser utilizado en la fabricación de alternativas de muebles de acuerdo a los quiera el cliente, junto con los accesorios necesarios que se puede entregar para que sea fácil armarlo.
- C. Tableros de madera que se ofertarán través del internet donde se coloque videos de las diferentes aplicaciones que tiene, así como tamaños, colores y espesores. Se ofrecerá los herrajes necesarios para que funcione de acuerdo a los requerimientos del cliente y se tendrá la opción de enviar preguntas a la empresa.
- D. Tableros de madera existentes en el inventario del almacén y cada cliente le dará las diferentes aplicaciones de acuerdo a sus necesidades puntuales y espacio disponible, son tableros de partículas de madera con melaminas de 31 diferentes colores y espesores.
- E. Asesoramiento necesario para la fabricación de los muebles para diferentes ambientes, así como los servicios de optimización de los tableros, corte, laminado y perforaciones. Se entregará identificada cada pieza para su posterior armado en el sitio de uso. Esto facilitará el transporte del producto.
- F. Piezas de un tablero de partículas de madera de acuerdo al tamaño, peso y espesor requeridos por el cliente, quien podrá escoger entre 31 colores de melamina existentes. El material puede ser normal o resistente a la humedad, cada pieza estará identificada para su posterior armado en el sitio de uso y se asesorará por parte del personal del almacén el cómo hacerlo.

El cliente puede ver el tablero propuesto en el almacén y pagarlo de contado o con tarjeta de crédito.

- G. Creación de espacios para ser equipado de acuerdo a los requerimientos y necesidades de cada cliente combinando los diferentes colores y tipos de materiales, accesorios y servicios que se ofrece en el almacén.
- H. Diferentes alternativas de tableros de madera para una misma aplicación y el cliente pueden escoger de acuerdo a lo que quiera, se ofrecerá servicios adicionales como optimización, corte, laminado y perforaciones para reducir el tamaño de lo que debe transportar.
- I. Variedad de tableros que estarán en el almacén donde habrá suficiente inventario de tableros de madera y a través de un asesor se ofrecerá servicios adicionales como son la optimización, corte, laminado y maquinado para personalizar los requerimientos que le da varias alternativas de uso, así como materiales en espesores y colores.
- J. Se ofrecerá en el almacén los diferentes tipos de tableros que existen, así como los accesorios necesarios para varias aplicaciones y las facilidades que prestan para aplicarlos en diferentes alternativas de acuerdo a la necesidad que requiera el cliente.
- K. Alternativas de materiales para el cliente, de tal forma que todo espacio se llene de estética, comodidad y funcionalidad para lograr la felicidad de las familias que lo utilizarán. A un precio adecuado y de dimensiones acordes a los ambientes de cada cliente
- L. Materiales con el respaldo de marcas nacionales e internacionales para adecuar los espacios que tiene el cliente en su hogar, sin necesidad de acudir a expertos en diseño para bajar el costo final y con varias alternativas de combinar colores y accesorios.
- M. Facilidades para el usuario final con el asesoramiento adecuado en la utilización de los tableros de madera y los herrajes que se requiera para convertirlos en elementos que mejoran la aplicación del espacio requerido por el cliente.

ANEXO IV LLUVIA DE IDEAS PARA DEFINIR PRODUCTO

Lo que se debió contestar fue: ¿Qué producto ofrecemos en el almacén?

- a. Diferentes tipos de tableros de madera colocados en racks para que el cliente pueda ver la variedad de colores, aplicaciones del producto, diferentes ambientes, la marca del fabricante y accesorios para implementar lo expuesto.
- b. Aplicación que se necesita en todo ambiente como son las puertas realizadas con los tableros de 36 mm, con la facilidad de escoger entre 31 colores existentes en melamina sobre tablero de partículas de madera (MDP) con los componentes para instalar la puerta.
- c. Materiales para fabricar diferentes tipos de muebles, se puede observar los colores disponibles, variedad de texturas y tipos de tableros de madera, accesorios que complementan para fabricarlos e instalarlos. Colocar información en gigantografías de los productos y fabricantes.
- d. Alternativas de aplicaciones de los tableros de madera para crear ambientes de acuerdo a cada cliente y con información de las ventajas de cada tipo de tablero de madera, colores, servicios que se ofrece, la garantía que tiene. Se mostrará en una pantalla alternativas de usos de los tableros
- e. Muebles comunes en todo hogar para mejorar espacios disponibles, escogiendo el color que combine con su ambiente. Entregar el producto listo para ser armado con los accesorios necesarios y la información que facilite hacerlo; mostrando las marcas de los fabricantes.
- f. Diferentes tipos de tableros de madera para cada aplicación con accesorios necesarios, ofrecer una gran cantidad de colores de tal forma que se pueda combinar con los espacios del cliente, ofreciendo asesoramiento y servicios de corte, laminado y perforaciones.
- g. Muebles de tableros de madera con medidas estándar para que el cliente los pueda adaptar a sus espacios, se los tiene listos para entregar con los

accesorios necesarios para su instalación y para facilitarlos se recomendará artesanos que les ayuden con la instalación.

- h. Servicios y accesorios complementarios para utilizar los diferentes tipos de tableros de madera en cambiar el espacio disponible del cliente a su gusto en colores y formas.
- i. Variedad de colores modernos y tipos de tableros de madera para diversas alternativas de ambientes y espacios realizados con productos de marcas reconocidas. Disponibles en el almacén y a precios competitivos.
- j. Muebles multifuncionales con las alternativas de colores y cada cliente le pueda dar una aplicación. Para ello se ofertará las opciones de colores de melamina sobre MDP o MDF, se garantizará el producto y se ofrecerá un listado de artesanos para que ayuden con el armado e instalación del producto.
- k. Tableros de madera con diferentes colores que combinarán con el espacio que el cliente quiera utilizar o cambiar. Complementándole con los servicios disponibles para convertir su idea en realidad.
- l. Asesoramiento para la utilización de los tableros de madera en el espacio y la aplicación específica requerida por el cliente, con los accesorios y herramientas para el espacio que requieran.
- m. Usos de los tableros de madera y con los servicios existentes en el almacén para que puedan crear sus muebles que combinen con el espacio disponible en colores y alternativas de tipos de tableros existentes, así como herrajes para armarlos de una manera fácil.
- n. Capacitación con un grupo de charlas de los diferentes productos y cómo utilizarlos en la construcción de muebles para el hogar, con las facilidades que se tengan en el almacén. Se mostrará combinaciones de colores de acuerdo a la tendencia de moda actual.
- o. Uso de tableros de madera en los espacios que los clientes quieran cambiar o mejorar combinando la variedad de colores existentes en los tableros de madera y los servicios que ofrece el almacén.

- p. Diseño de muebles con diferentes tipos de tableros de madera de acuerdo a la necesidad del cliente y que lo pueda armar de una forma fácil. Utilizando la variedad de colores y servicios existentes en el almacén.

ANEXO V

DATOS PARA LAS CORRIDAS EXPERIMENTALES

CORRIDA 1:

| | | | |
|----------------------|---------|-------------|---------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,56 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|-----------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,529 | 0,95 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,449 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,899 | 0,299 | 0,27 |

CORRIDA 2:

| | | | |
|----------------------|---------|-------------|---------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|-----------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,549 | 0,66 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,299 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,599 | 0,299 | 0,18 |

CORRIDA 3:

| | | | |
|----------------------|---------|-------------|---------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|-----------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,549 | 0,66 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,299 | 1,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,599 | 0,299 | 0,18 |

CORRIDA 4:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,56 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,529 | 0,63 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,299 | 1,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,599 | 0,299 | 0,18 |

CORRIDA 5:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,56 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,529 | 0,63 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,299 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,599 | 0,299 | 0,18 |

CORRIDA 6:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,56 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,529 | 0,95 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,449 | 1,50 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,899 | 0,299 | 0,27 |

CORRIDA 7:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,549 | 0,99 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,449 | 1,50 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,899 | 0,299 | 0,27 |

CORRIDA 8:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,549 | 0,66 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,299 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,599 | 0,299 | 0,54 |

CORRIDA 9:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,549 | 0,66 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,299 | 1,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,599 | 0,299 | 0,54 |

CORRIDA 10:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,56 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,529 | 0,63 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,299 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,599 | 0,299 | 0,54 |

CORRIDA 11:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,60 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,63 | 0,56 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,599 | 0,529 | 0,63 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,299 | 1,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,599 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,599 | 0,299 | 0,54 |

CORRIDA 12:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,58 | 1,8 |
| ESPESOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPESOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|----------|-------|-------|------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,549 | 0,99 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,449 | 1,50 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,899 | 0,299 | 0,81 |

CORRIDA 13:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,56 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,529 | 0,95 |
| PUERTAS | 2 | 1,669 | 0,449 | 1,50 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,899 | 0,299 | 0,81 |

CORRIDA 14:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,53 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,56 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,559 | 2,01 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,529 | 0,95 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,449 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,899 | 0,299 | 0,81 |

CORRIDA 15:

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,58 | 1,8 |
| ESPEJOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPEJOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,549 | 0,99 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,449 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 3 | 0,899 | 0,299 | 0,81 |

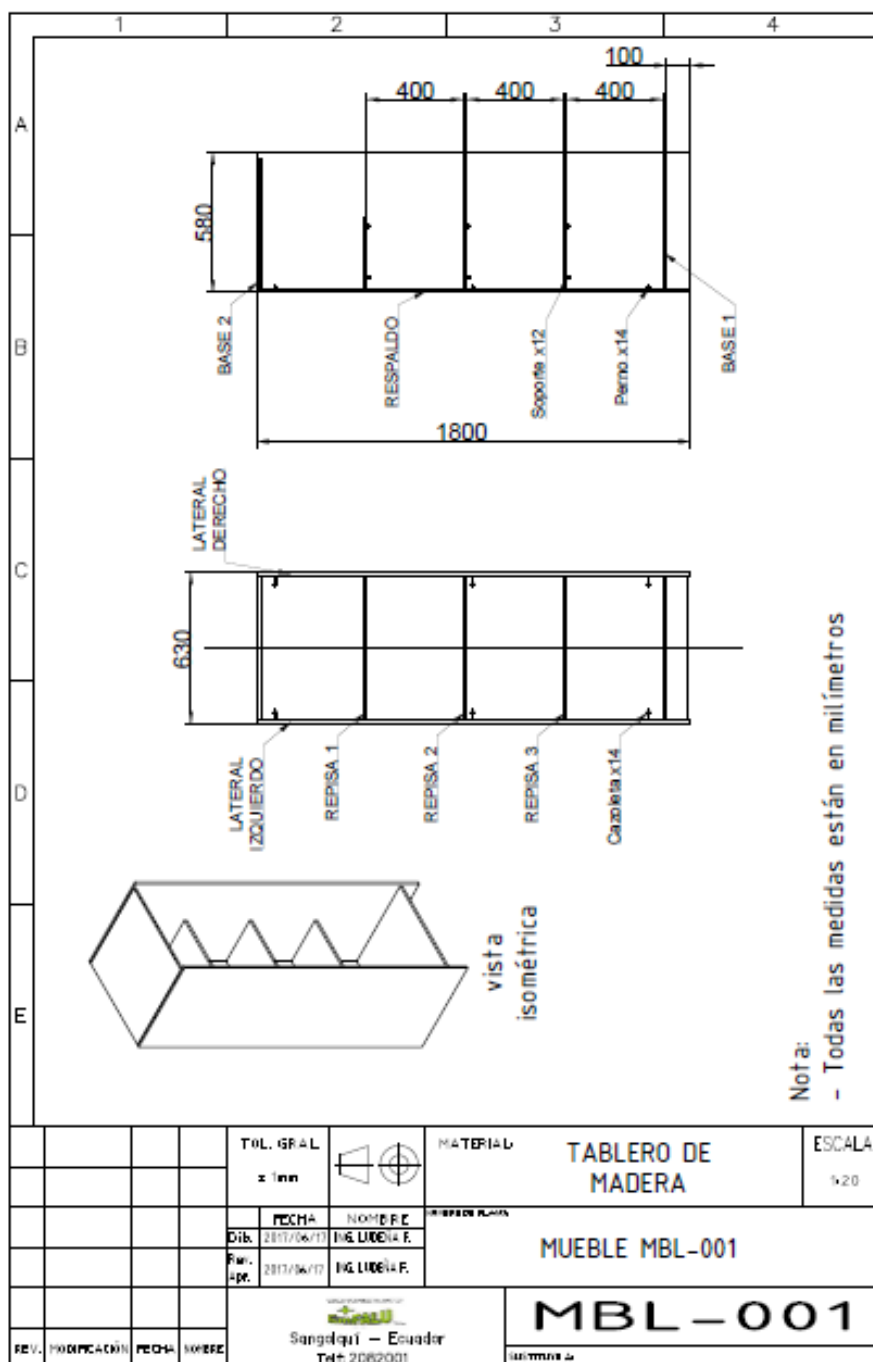
CORRIDA 16:

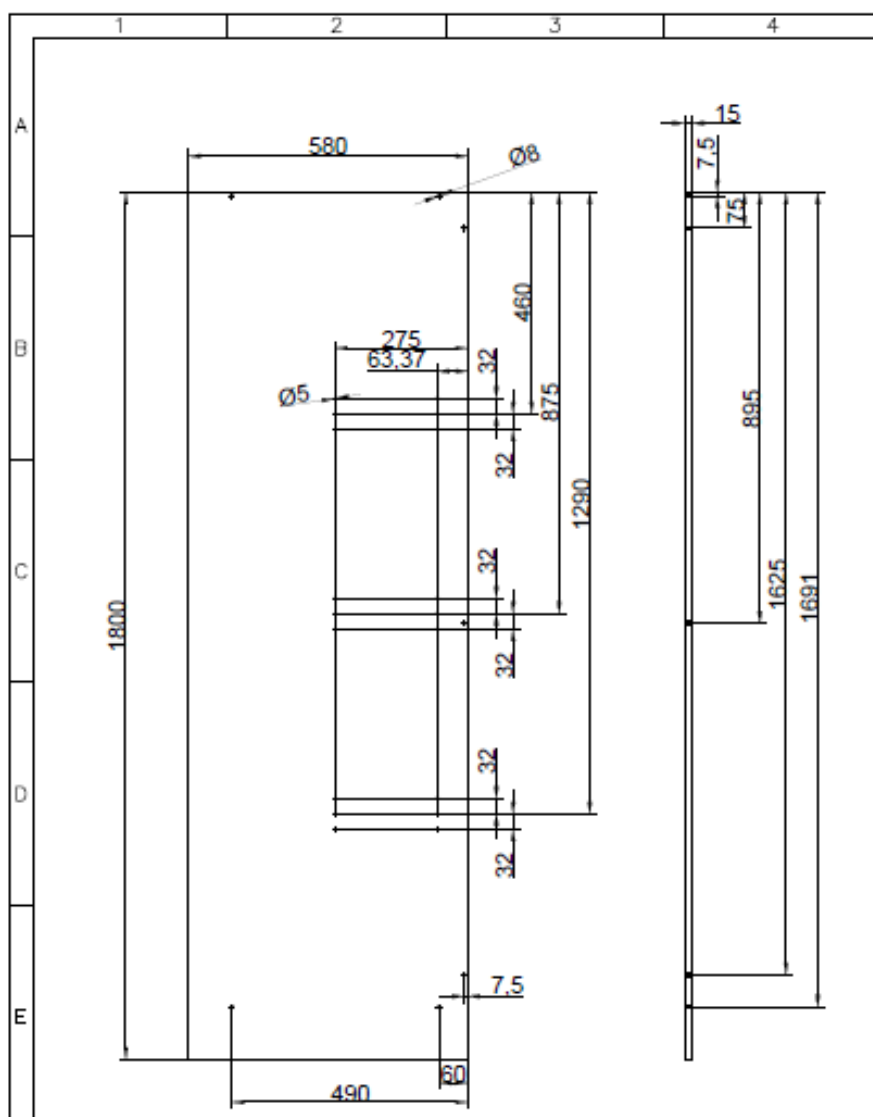
| | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| MEDIDAS INTERNAS (m) | 0,90 | 0,55 | 1,8 |
| | ANCHO | PROFUNDIDAD | ALTITUD |
| MEDIDAS EXTERNAS (m) | 0,93 | 0,58 | 1,8 |
| ESPELOR FILO (m) | 0,00045 | | |
| ESPELOR TABLERO (m) | 0,015 | | |

| | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | AREA TOTAL |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| LATERALES | 2 | 1,799 | 0,579 | 2,08 |
| BASES | 2 | 0,899 | 0,549 | 0,99 |
| PUERTAS | 0 | 1,669 | 0,449 | 0,00 |
| RESPALDO | 1 | 1,769 | 0,899 | 0,82 |
| REPISAS | 1 | 0,899 | 0,299 | 0,27 |

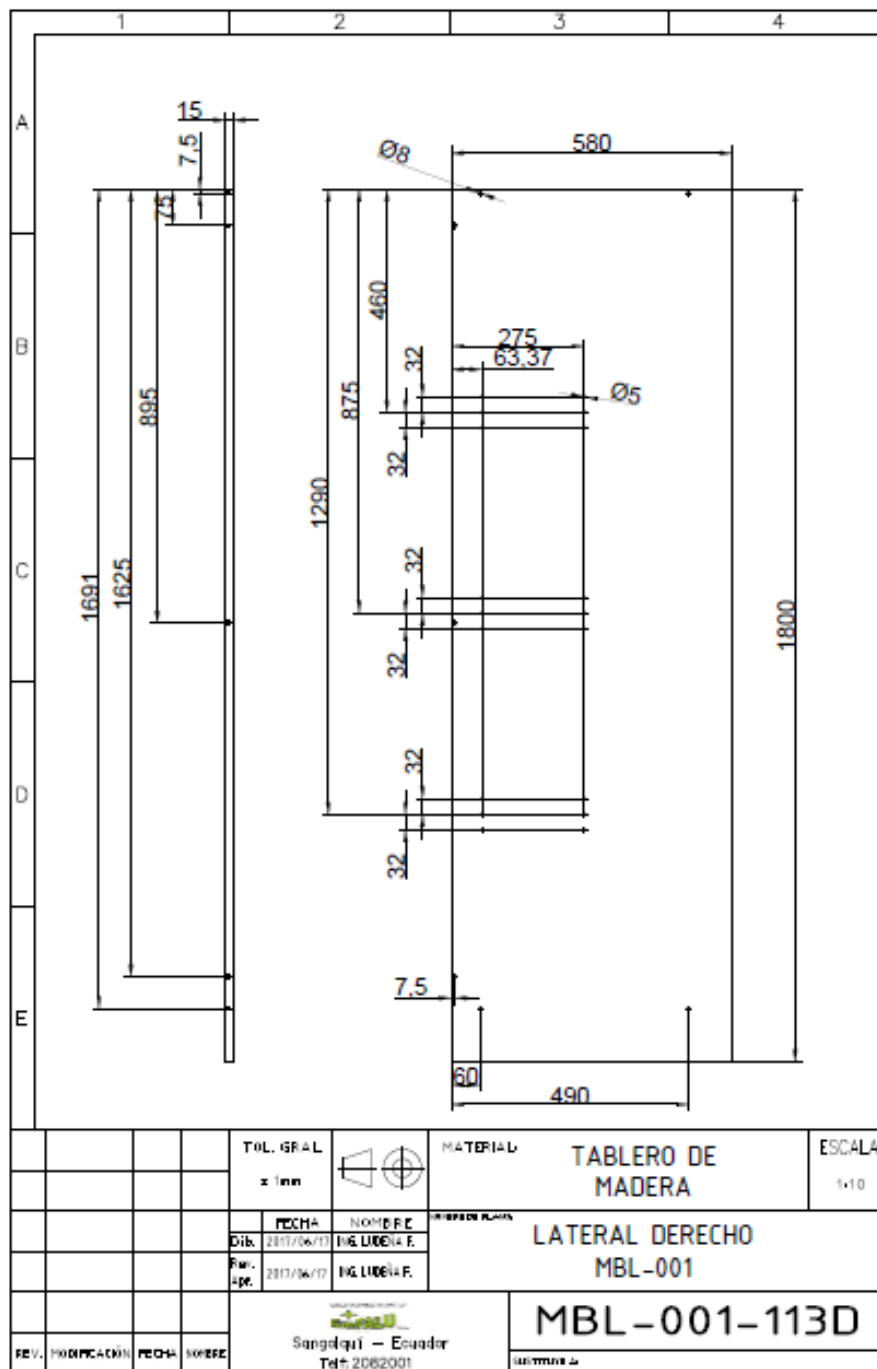
ANEXO VI

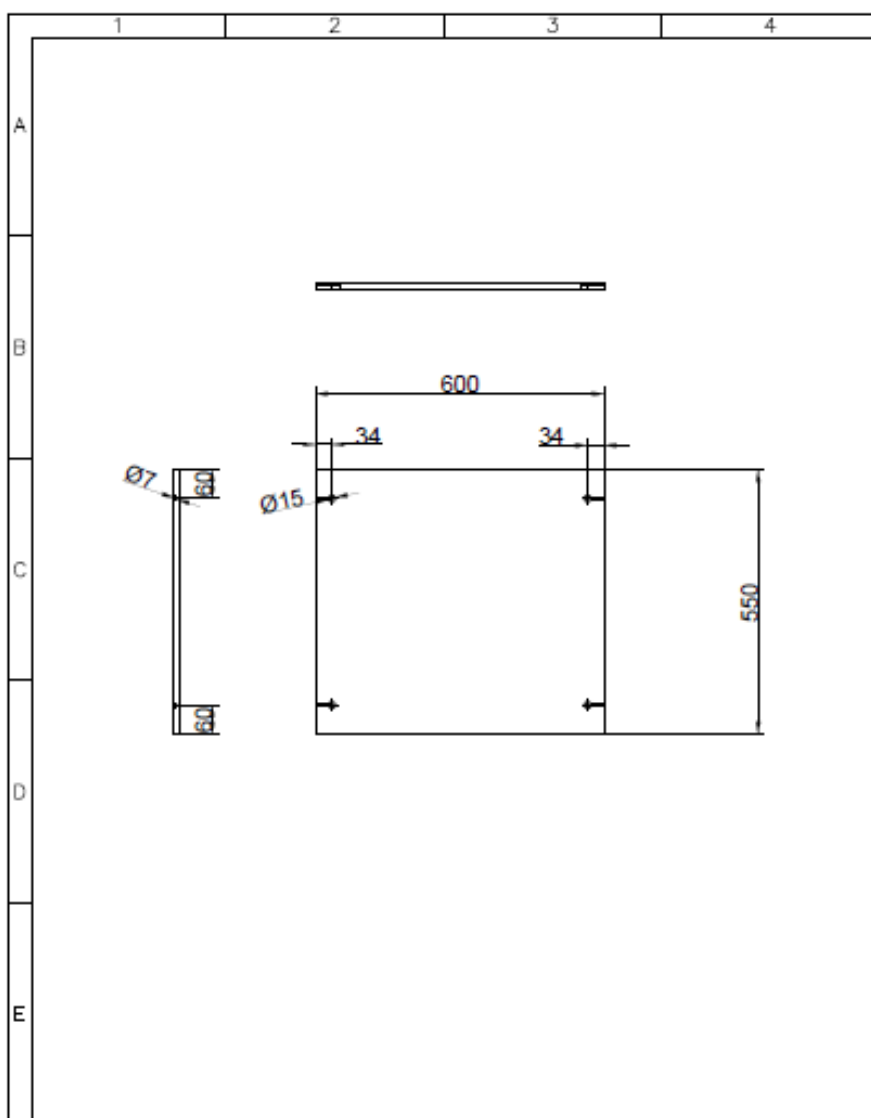
PLANOS DEL PRODUCTO Y PARTES



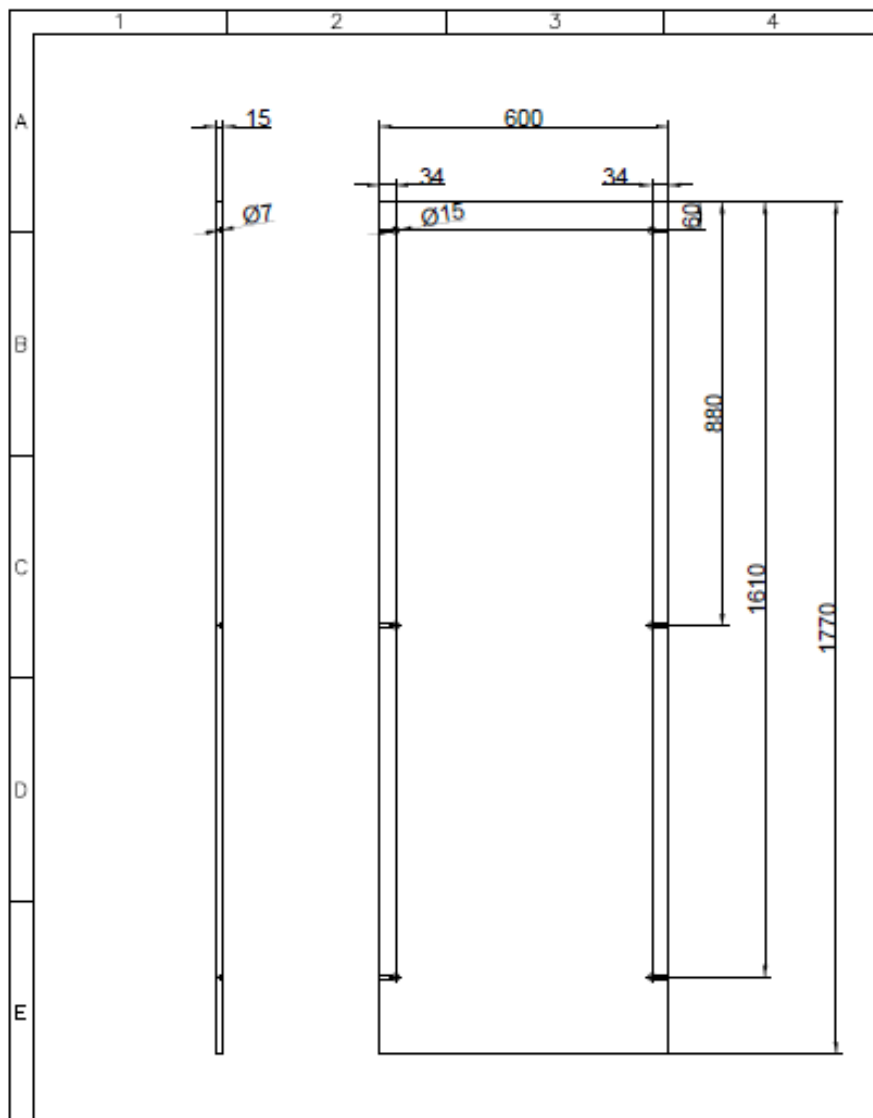


| | | | | | | | | | |
|------|--------------|----------------------|--------|-------------------------------------|--|--|--|----------------|--|
| | | TOL. GRAL. ± mm | | | | MATERIAL TABLERO DE MADERA | | ESCALA 1:10 | |
| | | FECHA | | NOMBRE | | MATERIAL LATERAL IZQUIERDO MBL-001 | | | |
| | | Dib. 2017/06/10 | | ING. LIDIA F. | | | | | |
| | | Rev. apr. 2017/06/10 | | ING. LIDIA F. | | | | | |
| | | | | | | MBL-001-113I | | | |
| REV. | MODIFICACIÓN | FECHA | NOMBRE | Sangolquí - Ecuador Tel: 2082001 | | Ing. Lidia F. | | | |

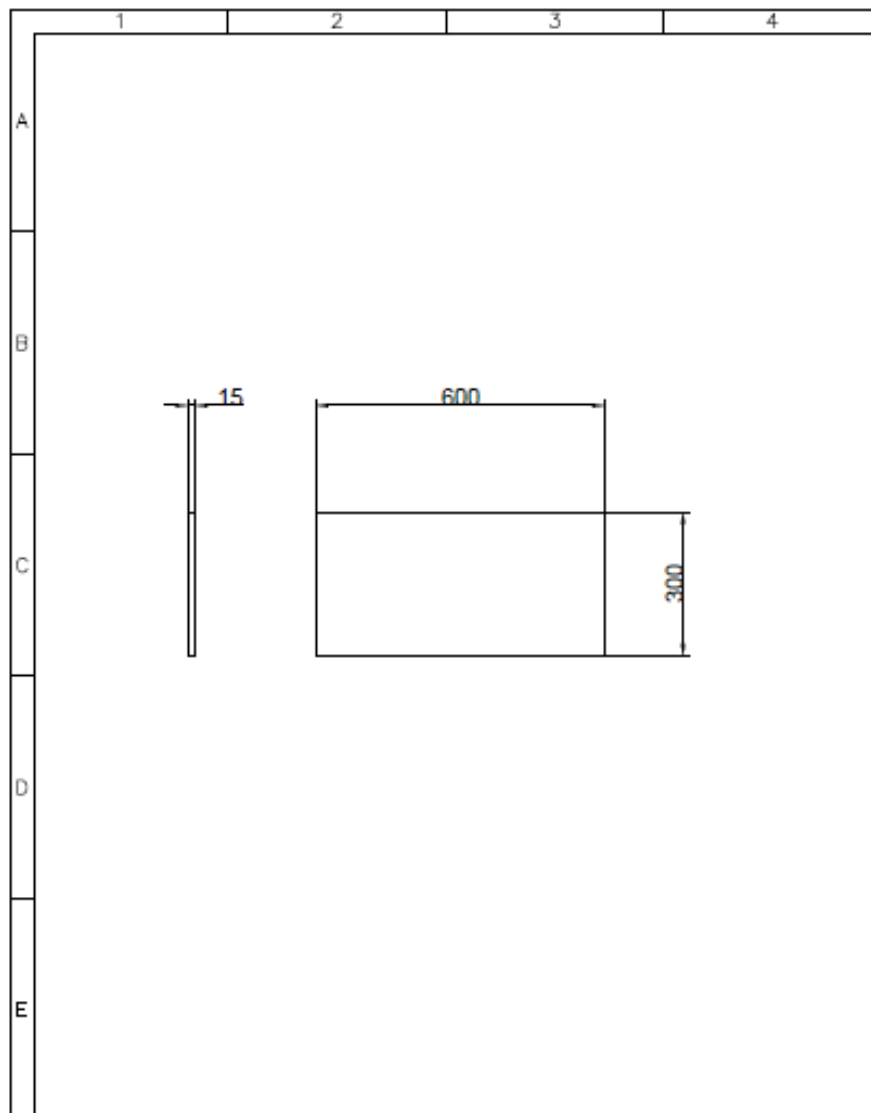




| | | | | | | | |
|------|--------------|-------|-------|---|-------------------------|--------------------------------------|----------------|
| | | | | TOL. GRAL. ± mm | | MATERIAL TABLERO DE MADERA | ESCALA 1:10 |
| | | | | FECHA Dib. 2017/06/07 | NOMBRE ING. LIDIA F. | BASE MBL-001 | |
| | | | | FECHA Rev. apr. 2017/06/07 | NOMBRE ING. LIDIA F. | MBL-001-114 | |
| REV. | MODIFICACIÓN | FECHA | NOTAS | Sangolquí - Ecuador Tel: 2082001 | | MBL-001-114 Ing. Lidia F. | |



| | | | | | | | | | |
|------|--------------|----------------------|--------|--|--|--------------------------------------|--|----------------|--|
| | | TOL. GRAL. ± mm | |  | | MATERIAL TABLERO DE MADERA | | ESCALA 1:10 | |
| | | FECHA | | NOMBRE | | RESPALDO MBL-001 | | | |
| | | Dib. 2017/06/10 | | ING. LIDIA F. | | | | | |
| | | Rev. apr. 2017/06/10 | | ING. LIDIA F. | | | | | |
| | | | |  Sangolquí - Ecuador Tel: 2082001 | | MBL-001-115 (continued) | | | |
| REV. | MODIFICACIÓN | FECHA | NOMBRE | | | | | | |



| | | | | | | | |
|------|--------------|-------|--------|---|---------------------------|--------------------------------------|----------------|
| | | | | TOL. GRAL. ± mm | | MATERIAL TABLERO DE MADERA | ESCALA 1:10 |
| | | | | FECHA Dib. 2017/06/17 | NOMBRE ING. LUIS A. F. | REVISIONES | |
| | | | | FECHA Apr. 2017/06/17 | NOMBRE ING. LUIS A. F. | REPISA MBL-001 | |
| | | | | Sangolquí - Ecuador Tel# 2062001 | | MBL-001-116 | |
| REV. | MODIFICACIÓN | FECHA | BOLETE | | | AUTORES | |

ANEXO VII**PLANO 3D DE MONTAJE DEL PRODUCTO**

