



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS,
ADMINISTRATIVAS Y DE COMERCIO**

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD**

**TEMA: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA QFD PARA EL DISEÑO
DE UN NUEVO PRODUCTO DE FIBRA DE MADERA RESISTENTE A
LA HUMEDAD EN AGLOMERADOS COTOPAXI S.A**

AUTOR: VILLARROEL DUQUE, JOSÉ XAVIER

DIRECTOR: ING. CABRERA MERA, GUILLERMO

SANGOLQUÍ

2015




DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE
COMERCIO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “Aplicación de la metodología QFD para el diseño de un nuevo producto de fibra de madera resistente a la humedad en Aglomerados Cotopaxi S.A” realizado por el señor José Xavier Villarroel Duque, ha sido revisado en su totalidad, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor José Xavier Villarroel Duque para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 20 de Noviembre del 2015



Ing. Guillermo Cabrera MSc.

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE
COMERCIO**

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, José Xavier Villarroel Duque, con cédula de identidad N° 0502181415, declaro que el presente proyecto titulado "Aplicación de la metodología QFD para el diseño de un nuevo producto de fibra de madera resistente a la humedad en Aglomerados Cotopaxi S.A", ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 20 de Noviembre del 2015

Ing. Xavier Villarroel Duque

C.C. 0502181415



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE
COMERCIO**

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, José Xavier Villarroel Duque, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "Aplicación de la metodología QFD para el diseño de un nuevo producto de fibra de madera resistente a la humedad en Aglomerados Cotopaxi S.A" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 20 de Noviembre del 2015

Ing. Xavier Villarroel Duque

C.C. 0502181415

DEDICATORIA

Centro de mi vida, círculo de influencia...mi familia. Dedico este trabajo a mi amada esposa, quién ha sabido soportar mis largas jornadas de ausencia en el hogar y desvelos producto de mi maestría, a mi tierna hijita Gemita que con su cariño y ternura endulza mi vida, a mi querido hijo Israel, muy pendiente de mis necesidades.

AGRADECIMIENTO

A mí querido equipo de trabajo en la línea de producción MDF por su carácter adaptable al cambio... A mis profesores guías de este proyecto: Ing. Guillermo Cabrera, Ing. Hugo Ortíz e Ing. Jorge Rodríguez, gracias por los conocimientos compartidos

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Antecedentes del proyecto	1
1.2 Descripción del problema.....	2
1.3 Justificación e Importancia.....	3
1.4 Objetivo general	4
1.5 Objetivos específicos	4
1.6 Método para diseñar un tablero MDF resistente a la humedad	4
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Definición de QFD.....	9
2.2 Fases del QFD.....	9
2.3 Fase I: Planificación de la Casa de la Calidad.....	9
2.3.1 Modelo de Kano.....	10
2.3.2 Estructura de la Casa de la Calidad	11

2.3.3 Pasos secuenciales para construir la Casa de la Calidad	13
2.3.4 Fase II: Desarrollo del plan de actividades.....	15
2.3.5 Fase III: Despliegue de operaciones.....	16
2.3.6 Fase IV: Realización del producto	16
CAPÍTULO III.....	17
CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CALIDAD Y DISEÑO DEL PRODUCTO	17
3.1 Investigación de la voz del cliente (VOC).....	17
3.1.1 Determinación de características de calidad mediante cuestionario	17
3.1.2 Aplicación de modelo de Kano.....	20
3.1.3 Clasificación de requerimientos	27
3.1.4 Análisis de los resultados VOC (QUÉ).....	30
3.1.4.1 Fase cualitativa.....	30
3.1.4.2 Fase cuantitativa	32
3.2 Traducción de la VOC (QUÉ) en acciones (CÓMO)	35
3.2.1 Determinación del grado de relación entre QUÉ y CÓMO	38
3.3 Determinación de objetivos de diseño (CUÁNTO).....	45
3.4 Determinación del grado de complejidad en la implementación.....	47
3.5 Análisis de la posición competitiva técnica	49
3.6 Ponderación de las acciones (CÓMO).....	51
3.7 Identificación de correlaciones.....	53
3.8 Construcción de la Casa de la Calidad.....	54
3.9 Diagnóstico de la casa de la calidad	56
3.9.1 Puntos críticos.....	56
3.9.2 Conflictos.....	57

3.9.3	Importancia técnica.....	58
3.9.4	Ventaja competitiva	60
3.9.5	Áreas de oportunidad	60
3.9.6	Mejora obligatoria.....	61
3.9.7	Evaluación indiferente.....	62
3.10	Acciones a ejecutar.....	64
3.10.1	Desarrollo del plan de actividades	64
3.10.2	Despliegue de operaciones	75
3.11	Producción producto Fibraplac RH	81
3.12	Evaluación preliminar de la satisfacción de los clientes retroalimentación .	84
3.12.1	Acciones de mejora en base a la retroalimentación de clientes	86
3.13	Diseño final del nuevo producto.....	88
3.13.1	Especificaciones técnicas del nuevo diseño.....	88
CAPÍTULO IV	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
4.1	Conclusiones.....	91
4.2	Recomendaciones	93
	Generales.....	93
	Técnicas... ..	93
	Glosario de términos.....	95
	Bibliografía.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Evaluación para aplicarse en el modelo de Kano	5
Cuadro 2	Cuadro descriptivo de cómo se traducen las ideas recogidas en la encuesta de Kano a un lenguaje de proceso o técnico.....	6
Cuadro 3	Pasos para la construcción de la casa de la calidad.....	13
Cuadro 4	Cuestionario abierto dirigido a clientes con la finalidad de recopilar información necesaria para formular las preguntas en el modelo de Kano.....	19
Cuadro 5	Diseño del cuestionario de Kano.....	21
Cuadro 6	Mapa de respuestas para cada una de las preguntas del cuestionario Kano,	25
Cuadro 7	Clasificación de los requerimientos de calidad según Kano.....	28
Cuadro 8	Fase cualitativa, voz del cliente.....	31
Cuadro 9	Evaluación del grado de importancia, fase cuantitativa.....	32
Cuadro 10	Evaluación del desempeño actual vs. la competencia	34
Cuadro 11	Evaluación del desempeño actual contra la competencia, forma simbólica.....	35
Cuadro 12	Definición de los CÓMO para cada uno de los requerimientos..	36
Cuadro 13	Simbología para el grado de relación.....	38
Cuadro 14	Grado de relación entre QUÉ y CÓMO	39
Cuadro 15	Tipos de características de calidad	42
Cuadro 16	Matriz de relaciones QUÉ vs. CÓMO.....	44
Cuadro 17	Definición de los CUÁNTOS	46
Cuadro 18	Determinación de la dificultad organizacional	48
Cuadro 19	Determinación de la ventaja competitiva técnica	50
Cuadro 20	Ponderación de cada CÓMO.	52
Cuadro 21	Matriz de correlaciones	54
Cuadro 22	Determinación de puntos críticos	56
Cuadro 23	Determinación de conflictos	57
Cuadro 24	Determinación importancia técnica	58
Cuadro 25	Determinación de la ventaja competitiva.....	60

Cuadro 26	Determinación del área de oportunidad	61
Cuadro 27	Determinación de la mejora obligatoria	61
Cuadro 28	Determinación de la evaluación indiferente.....	62
Cuadro 29	Matriz de diagnostico	63
Cuadro 30	Plan de actividades para requerimiento: resistencia a la humedad.....	64
Cuadro 31	Plan de actividades para requerimiento: resistencia interna	65
Cuadro 32	Plan de actividades para requerimientos: resista ataque hongos, fibra expuesta, mantener espesor nominal y que no haya pandeo	67
Cuadro 33	Plan de actividades para requerimientos: resistencia inserción tornillos y bisagras	69
Cuadro 34	Plan de actividades para requerimientos: superficies no ásperas, color no muy intenso y consumo de sellador	71
Cuadro 35	Plan de actividades para requerimiento: consumo laca y disponibilidad en gama espesores.....	73
Cuadro 36	Restricciones actuales identificadas en la línea de producción.....	76
Cuadro 37	Valores para parametrización en el computador	78
Cuadro 38	Distribución del ciclo de prensado (B).....	80
Cuadro 39	Resultado de las pruebas físico mecánicas de tableros MDF RH 15mm y análisis estadístico	83
Cuadro 40	Comparación de resultados obtenidos en laboratorio Vs. los valores indicados en la norma DIN-EN 622-5.....	84
Cuadro 41	Resumen de especificaciones técnicas para tableros MDF- RH resistentes a la humedad Aglomerados Cotopaxi S.A.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema ilustrativo del modelo de Kano.....	10
Figura 2	Estructura básica de la casa de la calidad.....	11
Figura 3	Representación gráfica de la casa de la calidad, resumen final	55
Figura 4	Esquema de procesos para despliegue de operaciones: análisis de restricciones existentes.....	75
Figura 5	Esquema de procesos para despliegue de operaciones: validación del producto MDF RH.	79
Figura 6	Proceso de tintura de la fibra de madera, color verde	81
Figura 7	Formación del primer tablero RH.....	82
Figura 8	Informe técnico sobre la calidad del tablero MDF RH reportado por cliente en Colombia.....	85
Figura 9	Reporte de satisfacción del cliente en Ecuador sobre la calidad del nuevo producto MDF resistente a la humedad.....	87
Figura 10	Comparación de dos propiedades físicas mecánicas (tracción e hinchamiento) entre tableros MDF RH y tableros de partículas aglomeradas RH	90
Figura 11	Imagen publicitaria del nuevo producto MDF RH	90

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el diseño de un nuevo producto de fibra de madera, en este caso, un tablero resistente a la humedad aplicando la metodología QFD. La presencia de un tablero de estas características en el mercado nacional atenderá un importante nicho de mercado, lo cual implica la necesidad de diseñarlo. Para aplicar la metodología QFD primero se determinan las características de calidad (requerimientos) que los clientes esperan del nuevo producto, esto se lo consigue aplicando el método de Kano. Las ideas recogidas como parte de esta metodología constituyen información relevante para empezar con la construcción de la “Casa de la Calidad”. Terminada la construcción de la casa de la calidad se determinan la secuencia de operaciones del proceso y los protocolos de pruebas respectivos; también se definen las variables de proceso y variables de producto. Una vez realizada la producción piloto, por muestreo se seleccionan algunos tableros que son enviados al laboratorio para el análisis de sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados son analizados estadísticamente para determinar parámetros como la desviación estándar y la capacidad del proceso, a fin de comparados con los valores establecidos en la norma internacional DIN- EN622-5. Una vez validados los resultados, los tableros son enviados a los clientes a fin de que manifiesten su satisfacción o inconformidad, obteniendo de esta manera una retroalimentación directa. Finalmente con la validación interna (pruebas de laboratorio y contrastación con la norma) y externa (retroalimentación de clientes), se termina el ciclo de diseño de un nuevo producto

PALABRAS CLAVES:

- **METODOLOGÍA QFD**
- **METODO DE KANO**
- **CASA DE LA CALIDAD**
- **DISEÑO DE TABLEROS DE MADERA**
- **RESISTENTE A LA HUMEDAD**

ABSTRACT

In this Project we made a design of a new Wood fiber product, in this case, it is a humidity resistant wood board applying QFD methodology. Having a board with these characteristics in the local market will attend an important niche market that makes necessary the design of this product. To use the QFD methodology first we need to consider quality characteristics and requirements that the clients expect of this new product, we obtain this by applying Kano methodology. All the ideas collected with this methodology are relevant information to start the construction of the “House of Quality”. Ending the construction of the House of Quality we determine the sequence of the process and the protocols of the trial, also, we define the variables of the process and product. In the test production and with a random selection some boards are sent to the lab for a physical and mechanical properties analysis. The results are statistically analyzed to determine parameters as standard deviation and the capacity of the process and compare to values established in the international standard DIN-EN622-5. With validated results of the product, the boards are sent to the customers to get satisfaction feedback from first hand. Finally, with an internal (lab test) and external (customer feedback) validation of the product these design cycle is completed having the new product design.

KEY WORDS:

- **QFD METHODOLOGY**
- **KANO METHODOLOGY**
- **HOUSE OF QUALITY**
- **WOODBODAD DESIGN**
- **HUMIDITY RESISTANT**

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes del proyecto

La industria de la construcción a nivel mundial, ejerce una fuerte demanda de productos de madera reconstituida especialmente en diseño y fabricación de muebles modulares para interiores, lo cual genera oportunidades para la producción y comercialización de nuevos productos tales como tableros de fibra de madera que satisfagan diferentes requerimientos o condiciones de utilización por parte de los clientes.

Una de las necesidades actuales es disponer de tableros MDF (del Inglés Medium Density Fibreboard que significa tablero de fibra de densidad media) que resistan mejor a la humedad relativa, a estos tableros se los conoce con el nombre de RH o hidrófugos (Composite Panel Association, 2001, p.14).

Hace poco tiempo, la producción de tableros resistentes a la humedad era exclusiva de las líneas de PB (del Inglés Particle Board que significa tablero de partículas aglomeradas), actualmente, por las bondades en el maquinado y ensamble que presenta el MDF sobre los PB, existe una importante demanda a nivel nacional e internacional (Colombia), sobre este nuevo producto. Satisfacer la demanda en volumen y calidad es uno de los retos para Aglomerados Cotopaxi S.A

La empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, fue fundada en el año de 1978 y se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Tanicuchí, sector Río Blanco Alto, es la única empresa ecuatoriana que en la actualidad fabrican tableros de madera reconstituida del tipo MDF, su

producción de tableros MDF, aproximadamente 75.000m³, se lo comercializa en un 60% en el mercado ecuatoriano y el 40% en países de la región como son: Colombia, Perú Panamá, Bolivia, Venezuela. A más de la línea de producción de tableros MDF, Aglomerados Cotopaxi S.A dispone de una línea de tableros de partículas aglomeradas y de una línea para recubrimiento con papeles decorativos y chapas naturales de madera cuyos volúmenes de producción son colocados en los mismos mercados antes mencionados. Desde el inicio de sus operaciones, la empresa ha visto como estratégico la compra de bosques de pino y tierras para plantaciones forestales con la intención de fomentar la forestación y reforestación y aprovechar al máximo el recurso forestal.

Con más de 35 años de experiencia en el sector maderero industrial, más de 18.000 hectáreas de bosques propios para la provisión de materia prima, Aglomerados Cotopaxi es la empresa industrial forestal-maderera más importante del Ecuador.

1.2 Descripción del problema

En la actualidad, ante el desabastecimiento de productos de fibras de madera MDF que sean resistentes a la humedad en los mercados de Ecuador y Colombia, existe cierta premura por parte de la empresa Aglomerado Cotopaxi S.A por desarrollar este producto y poder ingresar en estos importantes nichos de mercado que por ahora están desabastecidos. Si no se consigue aquello (nuevo producto), la competencia tomará ventaja y tendrá más presencia en estos mercados.

Para empezar un nuevo diseño, es fundamental conocer claramente cuáles son las características de calidad que los clientes están buscando o que esperan del nuevo producto, de manera que el resultado final sea totalmente satisfactorio, sin embargo, esta información, aún no se dispone.

Las metodologías Kano y QFD serán las herramientas a emplearse para levantar toda la información necesaria que permita diseñar el nuevo producto en mención, un tablero MDF resistente a la humedad.

1.3 Justificación e Importancia

Para la fabricación de muebles modulares de interiores, específicamente para aquellos que estarán sometidos a ambientes con mayor humedad ya sea por las condiciones propias de la región (costa y oriente), o por el sitio de ubicación del mueble, caso de modulares de cocina y baño, los clientes se han visto obligados a utilizar el único producto que en la actualidad existe en el mercado, los tableros de Aglomerado RH (abreviatura RH significa resistente a la humedad), sin embargo, esta alternativa presenta un problema para los constructores (carpinteros y artesanos), no les permite realizar actividades de ruteo (operación de maquinado que hace surcos, canales o cantos en el tablero con el uso de fresas de corte), generando así una limitante en la aplicación de diseños del mueble. En cambio, los tableros MDF por su composición interna (aglutinamiento de fibras de madera), permiten dar una apariencia similar a la madera sólida cuando se realizan operaciones de ruteo, es ideal para fabricación de muebles con diseños curvos.

La empresa chilena Masisa, competencia actual de Aglomerados Cotopaxi S.A, lanzó al mercado su nueva línea de tableros MDF resistentes a la humedad. Masisa con este producto está alcanzando una “ventaja competitiva de diferenciación” sobre el resto de sus competidores en la región.

Aglomerados Cotopaxi S.A en su portafolio actual de productos, no dispone de tableros de fibras de madera (MDF) que sean resistentes a la humedad los tableros que comercializa dentro y fuera del país son del tipo estándar, es decir para usos solo en ambientes secos, sin embargo, ante la falta de disponibilidad de este producto (MDF resistente a la humedad), muchos clientes se han visto en la necesidad de usar MDF estándar en condiciones de humedad relativa alta, esto ha generado problemas para los clientes debido a que estos tableros

(estándar), con el paso del tiempo se van deteriorando generando daños en los muebles, entonces, los clientes lo perciben como mala calidad del tablero MDF, cuando la causa raíz es el mal uso que se le está dando al tablero estándar por la falta de tableros MDF que sean resistentes a la humedad.

1.4 Objetivo general

Diseñar un tablero MDF resistente a la humedad para la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A tomando como base la metodología “QFD”.

1.5 Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de los clientes en base al método de Kano para considerarlas en el diseño del Tablero MDF resistente a la humedad
- Desarrollar la casa de la calidad como una herramienta que permita el despliegue de operaciones para el nuevo diseño
- Elaborar un Tablero MDF resistente a la humedad que cumpla con las características de calidad previstas en el diseño

1.6 Método para diseñar un tablero MDF resistente a la humedad

Como primera parte del diseño, corresponde aplicar la herramienta de Kano. Para esto, “se debe levantar un cuestionario a ser llenado por clientes, el cuestionario debe incluir de forma abierta, todas las ideas que ellos tengan sobre la calidad y expectativas del producto en mención” (Manzanera, 2010, p.90). Esta información tiene que ser analizada una a una de manera que permita recoger todas las ideas relevantes para el siguiente paso y descartar las ideas que sean redundantes. Con esta información, se procede a diseñar el cuestionario Kano alineado completamente al cliente, se aplica dos tipos de preguntas, una funcional y otra disfuncional.

Ejemplo de preguntas al estilo KANO:

1. Si el tablero MDF resistente a la humedad (RH) no se hincha con relativa facilidad ¿cómo se siente?

2. Si el tablero MDF resistente a la humedad se hincha con relativa facilidad ¿cómo se siente?

De esta manera, las opciones de respuesta a las dos preguntas, según Yacuzzi & Martín (2002)) deberán ser:

1. Me gusta
2. Así lo espero/ Es algo básico
3. Me da igual / Neutral
4. No me gusta pero lo tolero
5. No me gusta y no lo tolero

Un cuestionario apegado a este método permitirá generar cuadros de cinco filas por cinco columnas para cada combinación de ambas preguntas por atributo como muestra el siguiente ejemplo en el Cuadro 1

Cuadro 1

Evaluación para aplicarse en el modelo de Kano

		Disfuncional P2				
		A	B	C	D	E
Funcional P1	A	D	At	At	At	Co
	B	Inv.	Ind	Ind	Ind	Ob
	C	Inv	Ind	Ind	Ind	Ob
	D	Inv	Ind	Ind	Ind	Ob
	E	Inv	Inv	Inv	Inv	D

Fuente: Yacuzzi & Martín, (2002). Aplicación del método de KANO en el diseño de un producto farmacéutico. Universidad de CEMA, 23. Recuperado de: www.ucema.edu.ar/publicaciones/documentos/224.pdf

Para el análisis del cuadro 1, los atributos resaltados con color rojo son lo que se deben contemplarse para el diseño. Obligatorios (Ob) son aquellos que obtienen un resultado de B, C y D en la primera pregunta (funcional); y E en la segunda (disfuncional). Los atributos comportamiento (Co) son los que obtienen la combinación A en la primera y E en la segunda pregunta. Los atractivos (At) son los que obtienen resultados B, C y D en la segunda y A en la primera. Los dudoso (D) son los que obtienen resultados A y E en la primera pregunta y A, E en la segunda. Los inversos (Inv) B, C, D, E en la primera pregunta y A, B, C, D en la segunda pregunta y finalmente los atributos indiferentes que contempla en la primera pregunta B, C, D y B, C, D en la segunda pregunta. Basta sumar entonces la cantidad de respuestas en cada una de estas para conocer la importancia de acuerdo a los entrevistados (Yacuzzi & Martín, 2002)

La segunda parte del proyecto incluye el uso de la herramienta QFD (despliegue de las funciones de la calidad). Manzanera,(2010) manifiesta que. “El QFD proporciona un camino sistemático para que las necesidades de los clientes explícitas o implícitas, fluyan a través del proceso de desarrollo de productos estableciendo así un nexo entre los diferentes requisitos técnicos” (p.5). En el Cuadro 2, como parte de un análisis cualitativo, se determinan para cada una de las ideas recogidas en la encuesta de Kano, un criterio en lenguaje de proceso o técnico

Cuadro 2

Cuadro descriptivo de cómo se traducen las ideas recogidas en la encuesta de Kano a un lenguaje de proceso o técnico

VOZ DEL CLIENTE	ITEMs REQUERIDOS	CALIDAD REQUERIDA
Aquí se detallan las necesidades de los clientes recogidas en las encuestas de kano en lenguaje del cliente	Empieza el ingenio, se traducen las ideas de los clientes en oportunidades de mejora e innovación	Se traducen las expresiones de los clientes en conceptos o lenguajes técnicos. Ejemplo: <u>Cliente</u> : Que resista a la humedad <u>Técnico</u> : Absorción e hinchamiento

El Despliegue de las funciones de la calidad no es sólo una herramienta de calidad, sino un soporte muy importante de planeación para introducir nuevos productos o servicios, o mejorar los ya existentes.

(Manzanera, 2010) indica que para ensamblar la casa de la calidad es necesario traducir las necesidades de los clientes en despliegues de lenguaje QUÉ, (lo que el cliente manifiesta), CÓMO (en términos cuantificables, que reflejen los verdaderos requerimientos de los clientes) y CUÁNTO (representan el nivel de desempeño al que deben llegar los CÓMO para garantizar la satisfacción de los clientes), luego será necesario hacer un diagnóstico de la misma para evaluar algunas áreas de oportunidad como por ejemplo:

- Puntos críticos: Cuando el cliente califica mal y coincide con la calificación de Aglomerados Cotopaxi S.A
- Conflictos: Cuando el cliente califica diferente a lo que Aglomerados Cotopaxi S.A calificó
- Competencias técnicas: Los CÓMO con mayor peso, es encontrar los pocos vitales
- Ventaja competitiva: Solo Aglomerados Cotopaxi S.A tiene puntaje alto
- Áreas de oportunidad: Todos mal, grado de importancia alta
- Mejora obligatoria: La competencia está bien y no Aglomerados Cotopaxi S.A
- Evaluación indiferente: Al cliente no le interesa y la importancia es baja

Una vez identificados los siete criterios de análisis en el párrafo anterior, corresponderá elaborar un resumen de lo más relevante de éstos considerando el grado de importancia, a esta parte del estudio lo conocemos como Matriz de diagnóstico la misma que presentará las situaciones más críticas identificadas a través de los diferentes procedimientos y diagnósticos realizados a la matriz o casa de la calidad, se apreciará también una reducción considerable de los

requerimientos QUÈ y de los CÒMO permitiendo así obtener los datos finales a considera en la siguiente etapa de despliegue del diseño.

Con el plan de actividades, se busca cumplir cada uno de los requerimientos definidos en la matriz de diagnóstico, para esto se utilizará el método de 5W/ 1H (what, why, who, when, where, how). En el despliegue de operaciones se diseñará y desarrollará todo el proceso que conllevaría el producir un tablero MDF resistente a la humedad, en otras palabras, aterrizar a la realidad (producción) todo lo hasta ahora analizado (requerimientos del cliente a través de Kano, diseño de la casa de la calidad QFD). Se analizará también las limitaciones o restricciones actuales que se tienen en el proceso de MDF para hacer el cambio de Set Up (del inglés que significa configuración) de la máquina y producir los tableros RH, considerando que alguna de las actividades requeridas para este nuevo diseño, especialmente la aplicación del colorante verde podría demandar algunas adecuaciones en el sistema.

En la parte final, corresponderá evaluar los resultados de las pruebas físicas y mecánicas de los tableros del nuevo diseño, compararlos con las normativas internaciones definidas, si se llega a cumplir con los valores esperados entonces se procederá a enviar a validar su calidad donde los clientes tanto en Ecuador como Colombia, si los clientes lo validan, el nuevo diseño estará finalizado. En el caso que los tableros no cumplan los valores esperados según normativa, se hará un ajuste a las variables de proceso para mejorar su robustez.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de QFD

QFD (del Inglés Quality Function Deployment que significa Despliegue de las funciones de la calidad), es un método de diseño de productos y servicios que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en características técnicas y operativas satisfactorias. (Yacuzzi, QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos, s.f). Es importante aclarar que QFD no es igual a Casa de la calidad, esta última es solo una parte del QFD.

2.2 Fases del QFD

Llevar los requerimientos de los clientes a la práctica, es decir, materializarlos en un nuevo diseño de producto, no es sencillo, es necesario seguir una secuencia de pasos que permitan avanzar en el análisis sin omitir características fundamentales de calidad, para este efecto, la metodología QFD según (Manzanera, 2010), hace referencia a cuatro fases.

2.3 Fase I: Planificación de la Casa de la Calidad

Es la parte más importante del QFD, los resultados que se obtengan al final del proyecto, serán favorables en la medida en que se le haya dado la importancia del caso a la planificación así como el tiempo necesario. Su alcance incluye la determinación de los requisitos de los clientes y la construcción misma de la casa de la calidad.

2.3.1 Modelo de Kano

Manzanera (2010) manifiesta que:

El Modelo de Kano es una herramienta que permite conocer las necesidades de los clientes para de esta manera poder introducir en el mercado un nuevo producto o para mejorar uno existente. Kano parte de una relación entre satisfacción (si/no) y cumplimiento, clasificando los requerimientos de los clientes en tres categorías:

De encanto o atractivos (cuando exceden sus expectativas),

Básicos u obligatorios (cuando no puede faltar, es lo esperado)

De comportamiento o lineales (cuando hay insatisfacción por incumplimiento).

La figura 1 presenta de forma esquemática el modelo de Kano. (p.7)

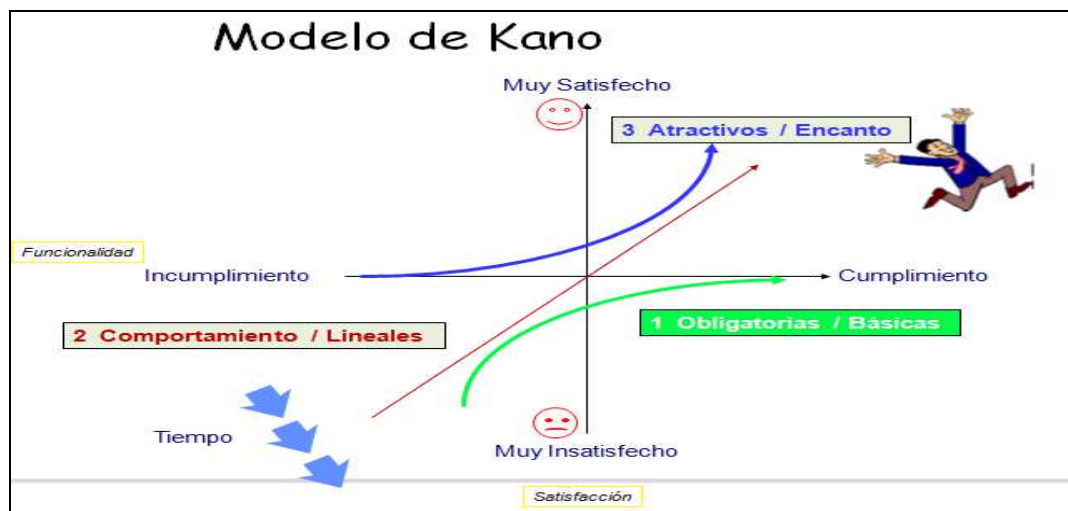


Figura 1 Esquema ilustrativo del modelo de Kano

Fuente: Manzanera, J. (2010). Técnicas de aseguramiento de la calidad [diapositivas de Power Point].

Cuando se utiliza esta metodología, es necesario que se realicen dos preguntas para cada atributo, una de carácter funcional y otra disfuncional. La

pregunta del tipo funcional está direccionada hacia una respuesta lógica o esperada, mientras que la segunda pregunta es opuesta a lo que el cliente esperaría para satisfacer su necesidad, sin embargo, este juego mental de preguntas permite en los pasos subsiguientes ir filtrando las características intrínsecas que los clientes están buscando (Yacuzzi, E., & Martín, 2002).

2.3.2 Estructura de la Casa de la Calidad

La estructura matricial de la casa de la calidad es como muestra la Figura 2

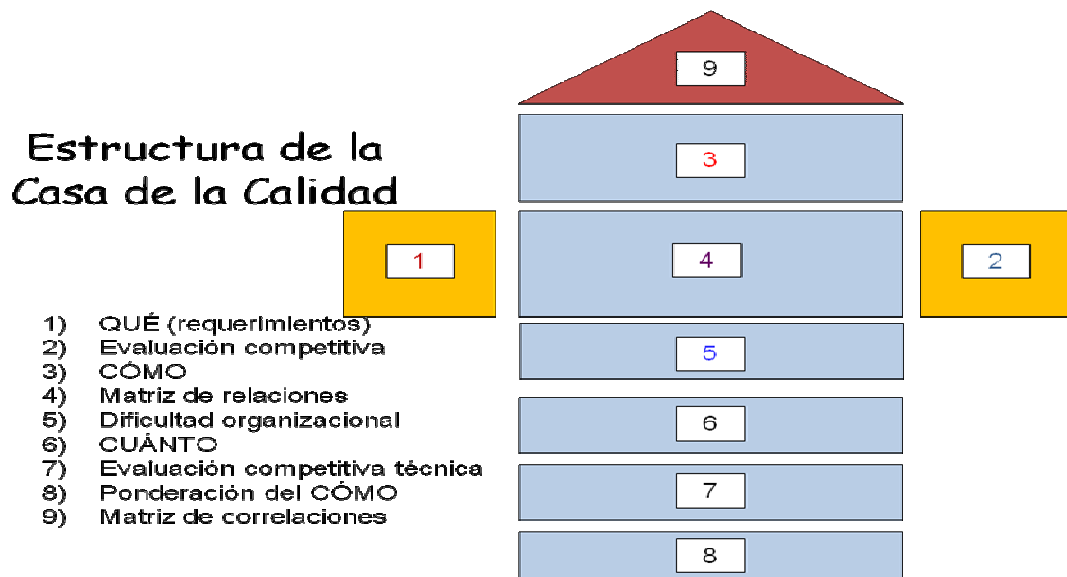


Figura 2 Estructura básica de la casa de la calidad

Fuente: Manzanera, J. (2010). Técnicas de aseguramiento de la calidad [diapositivas de Power Point].

La primera parte de la matriz es la más importante, presenta una lista detallada de requerimientos de los clientes (vector Que) sobre el producto, identificadas en el método de Kano.

Evaluación Competitiva: Muestra una comparación competitiva (benchmark) de la empresa frente a los competidores relevantes en los atributos de calidad considerados más importantes por los clientes.

Vector CÓMO: Una vez que la lista de requerimientos es obtenida, cada uno de éstos necesitarán mayor definición, este proceso de definición consiste en "traducir" los requerimientos del consumidor en "características globales" de diseño de proceso y producto, deben estar en términos cuantificables y reflejar los verdaderos requerimientos del cliente

Matriz de Relaciones: Esta sección es vital en la estructura de la casa de la calidad dado que relaciona cuantitativamente las necesidades de los clientes (QUÉ) con las características de la calidad (CÓMO). Es importante identificar que características técnicas contribuyen a satisfacer una determinada necesidad y en qué magnitud sucede esto. Se utilizan notaciones gráficas que muestran relaciones "fuertes", "medias" o "débiles".

Dificultad organizacional: Antes de tomar cualquier acción (CÓMO), es necesario evaluar que tan difícil es su implementación, es decir, el grado de complejidad en el cumplimiento de su valor objetivo (CUÁNTOS). Esta ponderación puede hacerse considerando aspectos, tales como el tiempo necesario, recursos económicos y personas involucradas .

Evaluación competitiva técnica: Consiste en comparar el cumplimiento de las acciones, de la empresa y la competencia contra los objetivos de diseño, debe ser realizada por las personas que están directamente involucradas en el proceso.

Ponderaciones de los CÓMO: Proporciona la importancia de cada CÓMO en el cumplimiento de los requerimientos, la cual está en función del grado de importancia de los requerimientos y del tipo de relación.

Matriz de correlaciones: Se establecen entre los CÓMO y representan el impacto de una acción sobre otra al momento de realizarse, su propósito es identificar áreas de oportunidad en investigación o desarrollo, se lo clasifica en cuatro grupos: Fuertemente positiva, Positiva, Fuertemente negativa, Negativa.

Diagnóstico de la casa de la calidad: Consiste en determinar algunas características necesarias para el plan de actividades y el despliegue de operaciones subsiguientes como por ejemplo: puntos críticos, conflictos, ventajas competitivas, etc.

2.3.3 Pasos secuenciales para construir la Casa de la Calidad

En el Cuadro 3 se presenta un extracto de cada uno de los pasos que se deben seguir para la construcción de la casa de la calidad según el autor Manzanera (2010).

Cuadro 3

Pasos para la construcción de la casa de la calidad

#	Pasos casa de la calidad	Descripción
1	Investigación de la voz del cliente (VOC)	Obtener del cliente lo que busca del producto, se puede usar herramientas como el modelo de Kano. Estos resultados (QUE) que se obtienen (forma cualitativa), se los debe traducir a forma cuantitativa
2	Traducción de la VOC (QUÉ) en acciones (CÓMO)	Corresponde definir el CÓMO se va alcanzar lo que el cliente ha definido (QUÉ)

CONTINUA →

3	Determinación de objetivos de diseño (CUÁNTOS)	Una vez determinado el CÓMO, es necesario presentar de forma cuantitativa los valores que se van a aplicar para conseguir el diseño, a esto se lo denomina: determinación del objetivo (CUANTO)
4	Determinación del grado de complejidad en la implementación	También conocido como Dificultad organizacional (DO), aquí se cuestiona la complejidad de las acciones (CÓMO), podría darse el caso que restricciones propias o externas impidan aplicar los CÓMO definidos
5	Análisis de la posición competitiva técnica	Una comparación entre su empresa y la competencia respecto al cumplimiento de las acciones definidas (CÓMO), respecto a los objetivos de diseño planteado (CUÁNTOS)

CONTINUA →

6	Ponderación de las acciones (CÓMO)	Mediante valoraciones numéricas, se determina la importancia de cada CÓMO en el cumplimiento de los requerimientos
7	Identificación de correlaciones	Es necesario determinar las correlaciones existentes entre los "CÓMO", para identificar áreas de oportunidad
8	Diagnóstico de la casa de la calidad	Es necesario interpretar la información generada en la casa de la calidad, recoger lo más relevante: conflictos, puntos críticos, ventajas competitivas, etc.

2.3.4 Fase II: Desarrollo del plan de actividades

Una vez que se ha llevado a cabo la planificación de la casa de la calidad en la Fase I, en el siguiente paso, corresponde elaborar un programa detallado de actividades que se requieren ejecutar, existen varias herramientas para este efecto, se puede usar una de fácil aplicación como es el 5W/ 1H que por sus siglas en inglés se refieren a: what, why, who, when, where, how (la traducción al español es: qué, para qué, quién, cuándo, dónde, cómo). Este plan de actividades es una herramienta muy útil de gestión, permite verificar cómo están los avances de cada una de las actividades definidas y tomar correctivos inmediatos en caso de determinarse desviaciones al plan definido. El líder del proyecto es la persona encargada de gestionar este plan, lleva control sobre cada una de las actividades, como por ejemplo: qué persona

estuvo asignada para determinada actividad, en qué fecha se lo ha programado su ejecución, cómo se lo va a llevar a cabo.

2.3.5 Fase III: Despliegue de operaciones

El despliegue de operaciones consiste en diseñar y desarrollar todo el proceso que conllevaría producir el nuevo producto, es recomendable presentarlo de una manera secuencial lógica (diagrama de procesos), para visualizar los pasos a seguir. Aquí se deben contemplar las variables de proceso y producto, así como las limitaciones o restricciones que pudieran presentarse en el proceso productivo.

2.3.6 Fase IV: Realización del producto

Una vez culminadas las Fases I, II y III, corresponde finalmente en la Fase IV producir el nuevo producto, para esto es necesario aplicar todas las variables de proceso y producto definidas en el despliegue de operaciones. Se busca alcanzar el nuevo diseño del producto alineado a los requerimientos que los clientes han manifestado. Este nuevo producto debe ser entregado al cliente para que lo pueda usar y manifestar sus criterios de conformidad o inconformidad. Si el informe del cliente es favorable, el producto en diseño será validado, pero si existe alguna inconformidad, se convierte en input para volver analizar las variables de proceso o producto y ajustar el proceso hasta que el cliente manifieste completa satisfacción. Esta fase termina con la estandarización del nuevo producto y de sus variables de producción (variables de proceso).

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE LA CALIDAD Y DISEÑO DEL PRODUCTO

3.1 Investigación de la voz del cliente (VOC)

Las opiniones de los clientes es el primer paso para saber exactamente adónde debemos apuntar nuestros esfuerzos para satisfacer sus necesidades, más importante aún, si se trata de incursionar con un nuevo producto en el mercado.

Por conveniencia de quién desarrolló este proyecto, que utiliza las siglas VOC para referir a la voz del cliente (del inglés voice of customer)

3.1.1 Determinación de características de calidad mediante cuestionario

Es necesario que las preguntas para el cuestionario de Kano sean definidas de un primer contacto con los clientes para que sean ellos quienes orienten y direccionen las características de calidad que se busca para el nuevo producto, de lo contrario, si las preguntan nacen únicamente del criterio de las personas que trabajan en este proyecto, podrían generarse sesgos u omisiones involuntarias de importantes características de calidad que no serán contempladas en el desarrollo del nuevo diseño. Con un cuestionario mal ejecutado o con preguntas irrelevantes, se conseguirán resultados no satisfactorios

El tamaño de la muestra debe ser representativo respecto al tamaño poblacional, para esto se aplicó la siguiente fórmula:

Feedback Networks Technologies (2013). <http://www.feedbacknetworks.com>

Donde:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

n: tamaño de la muestra.

N: tamaño de la población o universo de clientes

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos

e: es el error muestral deseado

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son:

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

A continuación se procedió a calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{1.15^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 56}{(5^2 \cdot (56-1)) + 1.15^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = 40$$

Utilizando la cadena de comercialización de Aglomerados Cotopaxi SA, se tuvo este primer contacto con potenciales clientes (ver Cuadro 4 y Anexo 2), en este ejercicio participaron cuarenta personas a quienes, se les pidió que

manifiesten de forma abierta sus ideas y expectativas que tienen del nuevo producto objeto del diseño

Cuadro 4

Cuestionario abierto dirigido a clientes con la finalidad de recopilar información necesaria para formular las preguntas en el modelo de Kano

NUEVO DISEÑO TABLERO m.d.f	<u>RESISTENTE A LA HUMEDAD</u> <u>RH</u>
-----------------------------------	---

Necesitamos de su ayuda para poder plasmar sus requerimientos en nuestro nuevo diseño de Tableros MDF - RH- Resistente a la Humedad. Favor conteste la siguiente pregunta:

PARA QUE USTED SE SIENTA COMPLETAMENTE SATISFECHO, QUE DEBERÍA TENER UN TABLERO MDF RH?

EXPRESA LIBREMENTE SUS IDEAS:

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Recolectada esta información de forma abierta, se procedió seguidamente a analizar con el equipo de trabajo. En esta parte, la experiencia (usando o produciendo tableros) fue fundamental para filtrar las características más

importantes que los clientes esperan del producto desde la óptica de diseño, se excluyen las ideas asociadas a precios y capacitaciones porque no son características de calidad. A continuación el resumen de la información que se obtuvo de este primer contacto con los clientes:

- Que no se hinche en lugares con humedad alta
- La resistencia a la humedad similar al tablero RH aglomerado
- Que haya disponibilidad en todos los espesores
- Que el producto mantenga estabilidad dimensional en el tiempo
- Que exista en formato 2.15 x 2.44
- Que permita un buen sellado y terminado
- Presente una superficie lista para lacar
- Se comporte bien en el ruteo, no genere fibra expuesta (pelo)
- Que tenga una densidad similar al tablero Fibraplac estándar
- Que tenga una densidad similar al tablero Fibrilight
- Que presente un buen agarre del tornillo
- Que tenga alta resistencia a la formación de hongos
- Que haya disponibilidad de información técnica del nuevo producto

3.1.2 Aplicación de modelo de Kano

Las preguntas que se incluyeron en el cuestionario de Kano, se las obtuvo de la información levantada en el numeral 3.1.1, el cuestionario Kano (Cuadro 5), incluye siempre un número par de preguntas, una funcional y otra disfuncional, así como respuestas de selección múltiple. Con la finalidad de mantener un número adecuado de preguntas para el cuestionario de Kano, los

autores Yacuzzi & Martin, (2002) recomiendan disponer de doce a quince preguntas (veinte y cuatro a treinta pares de preguntas), esta cantidad es útil para el desarrollo y aceptable para el encuestado. Se levantaron cuarenta encuestas.

Cuadro 5

Diseño del cuestionario de Kano,

Estamos realizando un estudio para conocer las características que deberían tener los tableros m.d.f resistentes a la humedad desde la óptica de los clientes. Para cada pregunta, indique por favor el número de la alternativa que mejor describa su actitud ante la pregunta

<p>1a Si los tableros m.d.f RH no se hinchan en lugares con humedad alta. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>1b Si los tableros m.d.f RH se hinchan en lugares con humedad alta. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>2a Si existe disponibilidad de tableros m.d.f RH en todos los espesores. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>2b Si no existe disponibilidad de tableros m.d.f RH en todos los espesores. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>3a Si los tableros m.d.f RH ofrecen una superficie lista para lacar. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>3b Si los tableros m.d.f RH no presentan una superficie lista para trabajar y lacar. ¿cómo se siente?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>

CONTINUA →

<p>4a Si los tableros m.d.f RH se comportan bien en el ruteo (no generan fibras expuestas). ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>4b Si los tableros m.d.f RH no se comportan bien en el ruteo (genera fibras expuestas). ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>5a Si los tableros m.d.f RH tienen una densidad similar a un tablero Fibraplac estándar. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>5b Si los tableros m.d.f RH no tienen una densidad similar a un Fibraplac. estándar ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>6a Si los tableros m.d.f RH presentan un buen agarre al tornillo. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>6b Si los tableros m.d.f RH no presentan un buen agarre al tornillo. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>7a Si los tableros m.d.f RH mantienen estabilidad dimensional en un determinado tiempo. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>7b Si los tableros m.d.f RH no mantienen estabilidad dimensional en un determinado tiempo. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>

CONTINUA →

<p>Si la resistencia a la humedad de los tableros m.d.f RH son similares al 8a tablero RH aglomerado. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si la resistencia a la humedad de los tableros m.d.f RH no son similares al tablero RH aglomerado. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si existe disponibilidad de tableros m.d.f RH en formato 2.15x2.44. 9a ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si no existe disponibilidad de tableros m.d.f RH en formato 9b 2.15x2.44. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si los tableros m.d.f RH le permiten obtener un buen sellado y 10a terminado. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si los tableros m.d.f RH no le permiten tener un buen sellado y 10b terminado. ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si los tableros m.d.f RH tienen una densidad similar a un tablero 11a Fibralight (baja densidad). ¿cómo se sentiría usted?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>

CONTINUA →

<p>Si los tableros m.d.f RH no tienen una densidad similar a un Fibrilight (baja densidad). ¿cómo se sentiría usted?</p> <p>11b</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si los tableros m.d.f RH se tienen alta resistencia a la formación de hongos . ¿cómo se sentiría usted?</p> <p>12a</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si los tableros m.d.f RH no tienen alta resistencia a la formación de hongos . ¿cómo se sentiría usted?</p> <p>12b</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si existe información técnica para los tableros m.d.f RH. ¿cómo se sentiría usted?</p> <p>13a</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>
<p>Si no existe información técnica para los tableros m.d.f RH. ¿cómo se sentiría usted?</p> <p>13b</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>1 Me gusta 2 Es algo básico 3 Me da igual 4 No me gusta pero lo tolero 5 No me gusta y no lo tolero</p>

Con el cuestionario en mención, se procedió a ejecutar la encuesta de Kano a los cuarenta clientes que participaron en este levantamiento de información, por cada pregunta se obtuvieron dos tipos de respuestas, una funcional y otra disfuncional, la intersección de ambas respuestas se colocó con círculos una a una en el mapa mostrado en el Cuadro 6. Yacuzzi & Martin (2002) utilizan mapas para facilitar la tabulación de la información, estos mapas fueron la base para la evaluación cualitativa de las trece características del diseño en estudio, permitió además ver de forma rápida concentraciones de determinadas respuestas, caso por ejemplo de los mapas 3, 5, 10 y otras muy esparcidas como la presentada en los mapas 4, 6, 9, 13. Fue necesario ir armando el mapa conforme llegaban las encuestas con la finalidad de detectar posibles problemas como son por ejemplo las respuestas inversas, en este estudio no

tuvimos que hacer correcciones. Las correcciones consisten en volver a levantar la encuesta con las personas que generaron respuestas inversas explicando un poco más el sentido de la pregunta.

Cuadro 6

Mapa de respuestas para cada una de las preguntas del cuestionario

Kano,

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1		oo			oooooooo
	2					oooooooooo oooooo
	3					oooooooooo o
	4					oooooo
	5					

1. Que no se hinche en lugares con humedad alta

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oooooooo	oooooooooo o	oooooooooo oooooo		oooooo
	2					
	3					
	4					
	5					

2. Que haya disponibilidad en todos espesores

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1			o		oooooooooo oooooooooo oooooooooo oooo
	2					
	3			oooooo	oo	
	4					o
	5					

3. Que tenga la superficie lista para lacar

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oo	ooo	oooooooo		ooo
	2					ooo
	3		o			oooooooooo oooo
	4					oooooooooo
	5					

4. Que se comporte bien en el ruteo

CONTINUA →

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1			ooo		oooo
	2					oooooooo oooooooo oo
	3					oooooooo oooo
	4					
	5					

5. Que la densidad sea similar a de un tablero fibraplac estándar

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oooooooo ooo				ooooooo
	2					oooooooo o
	3					oooooooo
	4					
	5					oo

6. Que presente buen agarre al tornillo

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1		oooooooo oooo			oooooooo oooooooo oooooooo
	2					
	3					
	4					oooo
	5					oooo

7. Que tenga Estabilidad dimensional en el tiempo

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oooo				oooooooo oooooooo oooooooo
	2					oooo
	3					
	4					oooo
	5					

8. Resistencia a la humedad similar al tablero RH Aglomerado

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	ooo	oooo	oooooooo oooooooo ooo		oo
	2					
	3					
	4					oooooo
	5					ooo

9. Que exista en formato 2.15 x 2.44

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1					oooooooo oooooooo oooooooo oooooo
	2					o
	3					
	4					
	5					oooooo

10. Buen sellado y terminado

CONTINUA →

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1					oooooooo
	2					o
	3					ooo
	4					ooo
	5					oooooooo oooooooo oooooooo

11. Densidad similar al tablero Fibrallight

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oooooooo oooooooo oo	o			ooooooo
	2					
	3					
	4					oooo
	5					oooooooo

12. Resistente a la formación de hongos

		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	oooooooo oooooooo oo	oooooooo o	oooo		ooo
	2					
	3					ooo
	4					
	5					

13. Disponibilidad de información técnica

3.1.3 Clasificación de requerimientos

Una vez elaborado el mapa de respuestas (Cuadro 6), se procedió a tabular la información, para esto se aplicó los criterios definidos en el Cuadro 1 a cada uno de los mapas de esta manera se obtuvo los resultados de atributos que buscábamos para el diseño como se muestra en el Cuadro 7 a continuación:

Cuadro 7

Clasificación de los requerimientos de calidad según cuadro 1 de Kano

Número y contenido de las preguntas		Atractivas	Obligatorias	Comportamiento	Indiferente	Total	Clasificación
		At	Ob	Co	Ind		
1	Que no se hinche en lugares con humedad alta	2	30	8	0	40	Ob
2	Que haya disponibilidad en todos los espesores	33	0	7	0	40	At
3	Presente una superficie lista para lacar	1	1	31	7	40	Co
4	Se comporte bien en el ruteo	12	24	3	1	40	Ob
5	Densidad similar al tablero Fibraplac estándar	3	33	4	0	40	Ob
6	Que presente un buen agarre del tornillo	12	19	7	2	40	Ob
7	Que mantenga estabilidad dimensional en el tiempo	13	4	18	5	40	Co
8	Resistencia a la humedad similar al tablero RH Aglomerado	5	11	24	0	40	Co
9	Que exista en formato 2.15 x 2.44	28	7	2	3	40	At
10	Que permita un buen sellado y terminado	0	1	33	6	40	Co
11	Densidad similar al tablero Fibrilight		7	8	25	40	Ind
12	Que tenga alta resistencia a la formación de hongos	21	4	7	8	40	At
13	Disponibilidad de información técnica	34	3	3	0	40	At

La clasificación (última columna), consideró al atributo como mayor puntuación (resaltado con color), por ejemplo, en la primera pregunta: Tableros no se hinchen en lugares con humedad alta, el atributo mayor fue Obligatorio con 30 puntos.

El resumen del Cuadro 7 se expresa a continuación

Requerimientos Atractivos:

- 1 Que haya disponibilidad en todos los espesores

- 2 Que exista en formato 2.15 x 2.44
- 3 Que tenga alta resistencia a la formación de hongos
- 4 Disponibilidad de información técnica para el nuevo producto

Requerimientos Obligatorios:

- 1 Que no se hinche en lugares con humedad alta
- 2 Se comporten bien en el ruteo
- 3 Densidad similar al tablero fibraplac estándar
- 4 Presente buen agarre del tornillo

Requerimientos de comportamiento (lineales):

- 1 Presente superficie lista para lacar
- 2 Mantenga estabilidad dimensional en el tiempo
- 3 Resistencia a la humedad similar al tablero RH aglomerado
- 4 Permita tener buen sellado y terminado

Requerimientos indiferentes:

- 1 Densidad similar al tablero fibralight

¿Cuántos de estos atributos se consideró para el diseño? En esta parte del estudio generalmente se cometen muchos errores, se recomienda la siguiente directriz para determinar cuáles considerarlas en el diseño (Yacuzzi & Martin, 2002).

- Requerimientos Obligatorios: incluirlos a todos
- Requerimiento de Comportamiento: incluir la mayoría
- Requerimientos Atractivos: incluir al menos uno
- Requerimientos Indiferentes: no incluirlos

Con este lineamiento se procedió así, se los incluyó a todos los atributos obligatorios y a los que más alta puntuación obtuvieron tanto en

comportamiento como en atractivos. A continuación el listado final de características de calidad que se consideró para la metodología QFD:

- 1 Que no se hinche en lugares con humedad alta
- 2 Se comporten bien en el ruteo
- 3 Densidad similar al tablero fibraplac
- 4 Presente buen agarre del tornillo
- 5 Presente superficie lista para lacar
- 6 Permita tener buen sellado y terminado
- 7 Que haya disponibilidad en todos los espesores
- 8 Disponibilidad de información técnica del nuevo producto

3.1.4 Análisis de los resultados VOC (QUÉ)

3.1.4.1 Fase cualitativa

Consiste en determinar la “lista de requerimientos” del cliente, escuchando directamente su opinión acerca del nuevo producto en mención, para este proyecto, dicha lista se la obtuvo mediante el método de Kano y corresponden a ocho requerimientos ya establecidos. Normalmente, en esta parte del diseño, los clientes presentan sus ideas no muy claras, a veces difíciles de interpretar, sin embargo, esto no sucedió, el segmento de clientes que participaron en esta primera etapa del análisis (método de Kano) fueron personas que conocen bien el negocio de la madera puntualmente el de los tableros y tienen claro que están esperando del nuevo diseño. En el Cuadro 8 se puede observar en la primera columna, los ocho requerimientos de los clientes determinados en el modelo de Kano, redactados directamente como ellos (clientes) lo declararon, en la siguiente columna se hizo referencia al desarrollo de esos requerimientos en lenguaje más técnico, siendo la tercera columna la que abarcó todos esos requerimientos del cliente en conceptos de “calidad requerida o esperada”, es decir, como se lo proyectaría esos requerimientos de los clientes hacia el

nuevo diseño en mención, la información de la última columna fue la que en adelante se utilizó en la construcción de la casa de la calidad.

Cuadro 8

Fase cualitativa, voz del cliente,

Que no se hinche en lugares con humedad alta	El tablero no debe absorber humedad con relativa facilidad, debe tener equilibrio Higroscópico	Que tenga resistencia a la humedad Que tenga buena resistencia interna Que resista ataques de hongos
Se comporten bien en el ruteo	Que la superficie ruteada no muestre presencia de pelo o fibras largas	Area ruteada quede sin fibra expuesta No deteriore las herramientas de corte
Densidad similar al tablero fibraplac estándar	Tenga dureza y rigidez	Densidad dentro del rango de Fibraplac Que no reduzca su espesor nominal Que no haya pandeo o torcedura
Presente buen agarre del tornillo	Cuando se coloquen bisagras o ensambles, el area del tablero no debe romperse	Resistencia a la inserción del tornillo Resistencia al ensamble de bisagra
Presente superficie lista para lacar	Caras superior e inferior lisas	Superficies bien lisas Que no haya variaciones de espesores
Permita tener buen sellado y terminado	Buena apariencia visual y al tacto	Superficies no ásperas Superficies sin manchas blancas Color uniforme de la superficie Color verde no muy intenso Que no haya consumo excesivo de sellador Que no haya consumo excesivo de laca

CONTINUA →

Voz del cliente (datos Kano)	Items requeridos	Calidad requerida
Exista disponibilidad en todos los espesores	Disponibilidad en espesores 4-5.5 -9-12-15-18-25-30 (mm)	Disponibilidad en todos los espesores del portafolio
Se disponga de información técnica	Haya catálogo técnico de características físico mecánicas y dimensionales de los tableros	Que exista Catálogo técnico

3.1.4.2 Fase cuantitativa

Según Manzanera (2010), en esta etapa se evaluaron las preferencias del cliente sobre la decisión de compra a través del grado de importancia que le asigna a cada uno de los requerimientos. El Cuadro 9 presenta los resultados obtenidos en esta evaluación con el mismo número de personas encuestadas, la valoración se expresa en una escala del 1 al 5, donde 1 significa que la característica es irrelevante en la decisión de compra del cliente y 5 que es extremadamente importante

Cuadro 9

Evaluación del grado de importancia, fase cuantitativa

CALIDAD REQUERIDA	GRADO IMPORTANCIA					Grado de Importancia
	1	2	3	4	5	
	Frecuencia					
Que tenga resistencia a la humedad					40	5.00
Que tenga buena resistencia interna				3	37	4.93
Que resista ataques de hongos			2	30	8	4.15
Area ruteada quede sin fibra expuesta			3	4	33	4.75
No deteriore las herramientas de corte			3	35	2	3.98

CONTINUA →

RESUMEN GRADO DE IMPORTANCIA

PRODUCTO: FIBRAPLAC RH COTOPAXI.

Empresa: AGLOMERADOS COTOPAXI

CALIDAD REQUERIDA	GRADO IMPORTANCIA					Grado de Importancia
	1	2	3	4	5	
	Frecuencia					
Densidad dentro del rango de Fibraplac				23	17	4.43
Que no reduzca su espesor nominal				31	9	4.23
Que no haya pandeo o torcedura			1	33	6	4.13
Resistencia a la inserción del tornillo				6	34	4.85
Resistencia al ensamble de bisagra				7	33	4.83
Superficies bien lisas			5	11	24	4.48
Que no haya variaciones de espesores			8	25	7	3.98
Superficies no ásperas				8	32	4.80
Superficies sin manchas blancas			5	11	24	4.48
Color uniforme de la superficie			14	26		3.65
Color verde no muy intenso				8	32	4.80
Que no haya consumo excesivo de sellador				1	39	4.98
Que no haya consumo excesivo de laca				7	33	4.83
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio			1	6	33	4.80
Que exista Catálogo técnico			1	34	5	4.10

Grado de importancia. (1): Irrelevante (5): Extraordinariamente importante

Como un complemento a la fase cuantitativa, se evaluó la percepción que los clientes tienen del producto MDF de Aglomerados Cotopaxi S.A respecto a las características de calidad definidas, si bien, para este caso, no se obtuvo información sobre el tablero MDF RH por tratarse de un nuevo diseño (aún no está en el mercado), sin embargo, fue importante poder conocer y entender cómo los clientes evalúan al producto MDF de Aglomerados Cotopaxi S.A y cómo están valorando a la competencia con su producto MDF resistente a la humedad, ver Cuadro 10.

Cuadro 10

Evaluación del desempeño actual vs. la competencia

RESUMEN EVALUACION COMPETITIVA

PRODUCTO: **FIBRAPLAC RH COTOPAXI.**

Empresa: AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Empresa Competencia: MASISA S.A

CALIDAD REQUERIDA	EVALUACIÓN COMPETITIVA					Evaluación AGLOMER.	EVALUACIÓN COMPETITIVA					Evaluación MASISA
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
	Frecuencia						Frecuencia					
Que tenga resistencia a la humedad	40					1.00					40	5.00
Que tenga buena resistencia interna			1	38	1	4.00		2	36	2		3.00
Que resista ataques de hongos				38	2	4.05		1	32	7		3.15
Area ruteada quede sin fibra expuesta			35	5		3.13			7	26	7	4.00
No deteriore las herramientas de corte		1	34	4	1	3.13			1	37	2	4.03
Densidad dentro del rango de Fibraplac			38	1	1	3.08			2	28	10	4.20
Que no reduzca su espesor nominal			4	25	11	4.18			7	11	22	4.38
Que no haya pandeo o torcedura			33	6	1	3.20				23	17	4.43
Resistencia a la inserción del tornillo			39	1		3.03			2	35	3	4.03
Resistencia al ensamble de bisagra			39	1		3.03			3	31	6	4.08
Superficies bien lisas			26	9	5	3.48				39	1	4.03
Que no haya variaciones de espesores			23	17		3.43			13	11	16	4.08
Superficies no ásperas		2	24	14		3.30				36	4	4.10
Superficies sin manchas blancas		1	28	10	1	3.28			2	36	2	4.00
Color uniforme de la superficie			29	11		2.28				37	3	4.08
Color verde no muy intenso	40					1.00					40	5.00
Que no haya consumo excesivo de sellador		35	5			2.13		31	9			2.23
Que no haya consumo excesivo de laca		34	6			2.15		29	11			2.28
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	1	38	1			2.00				29	11	4.28
Que exista Catálogo técnico	1	38	1			2.00				34	6	4.15

Evaluación competitiva: (1): Satisface muy mal (5): Satisface excelente

En algunas características que son muy propias del nuevo producto resistente a la humedad, obviamente lo calificaron mal simplemente por no tener en el portafolio de productos, en otras que son características generales de calidad para un tablero MDF hubieron determinadas calificaciones que mostraron debilidades y fortalezas.

del proceso y producto, es decir, se definió para cada uno de los requerimientos QUÉ, el CÓMO se lo logrará. En el Cuadro 12, se podrá ver que algunos CÓMO participaron en más de un QUÉ, esto es propio de la condición del producto y proceso, es lo esperado, al menos en este tipo de industrias, que una variable de proceso tenga efecto en más de una característica del diseño.

Cuadro 12

Definición de los CÓMO para cada uno de los requerimientos

CALIDAD REQUERIDA	CÓMO
Que tenga resistencia a la humedad	Resina tipo melamina- urea - formol
	Componente adicional de parafina
	Ciclo prensa
	Temperatura de prensas
Que tenga buena resistencia interna	Cantidad de resina
	Ciclo prensa
	Temperatura de prensas
	Presiones de prensado
	Distribucion de tiempos B
	Distribucion de niveles L
	Catálisis de la resina
	Dosificación de madera
Que resista ataques de hongos	Resina tipo melamina- urea - formol
	Temperatura de prensas
Area ruteada quede sin fibra expuesta	Cantidad de resina
	Ciclo prensa
	Distribucion de tiempos B
	Distribucion de niveles L
	Catálisis de la resina
	Granulometría de fibra
	Dosificación de madera
No deteriore las herramientas de corte	Cantidad de resina
	Cantidad de eucalipto
Densidad dentro del rango de Fibraplac	Control del peso
	Presiones de prensado
	Ciclo prensa
	Perfil densidades

CONTINUA →

CALIDAD REQUERIDA	CÓMO
Que no reduzca su espesor nominal	Tiempo de acondicionamiento
	Control densidad
	Apilamiento de tarimas
Que no haya pandeo o torcedura	Temperatura de prensas
	Apilamiento de tarimas
	Perfil densidades
	Tiempo de acondicionamiento
Resistencia a la inserción del tornillo	Control densidad
	Cantidad de resina
	Ciclo prensa
	Distribucion de tiempos B
	Distribucion de niveles L
Resistencia al ensamble de bisagra	Control densidad
	Cantidad de resina
	Perfil densidades
	Distribucion de tiempos B
	Distribucion de niveles L
Superficies bien lisas	Perfil densidades
Que no haya variaciones de espesores	Proceso lijado
	Distribucion de niveles L
	Proceso lijado
Superficies no ásperas	Calibracion en formateo
	Proceso lijado
	Distribucion de niveles L
	Ciclo prensa
	Cantidad de resina
	Presiones de prensado
	Humedad de fibra
Centramiento colchón	
Superficies sin manchas blancas	Limpieza transporte fibra
	Limpieza separador grumos
	Limpieza succiones balanza cinta
	Dosificación de madera
	Proceso clasificación
Color uniforme de la superficie	Control en aplicación colorante
	Granulometría de fibra
	Limpieza transporte fibra
Color verde no muy intenso	Control en aplicación colorante
	Control en la preparacion colorante

CONTINUA →

CALIDAD REQUERIDA	CÓMO
Que no haya consumo excesivo de sellador	Proceso lijado
	Distribucion de niveles L
	Ciclo prensa
	Cantidad de resina
	Componente adicional de parafina
	Control en aplicación colorante
Que no haya consumo excesivo de laca	Proceso lijado
	Distribucion de niveles L
	Ciclo prensa
	Cantidad de resina
	Componente adicional de parafina
	Control en aplicación colorante
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	Diseño para todos los espesores
Que exista Catálogo técnico	Generar especificaciones de producto
	Generar recomendaciones basicas de uso

3.2.1 Determinación del grado de relación entre QUÉ y CÓMO

Si bien, muchos CÓMO se repiten en más de un requerimiento definido, no todos tienen el mismo efecto o influencia respecto a determina variable, es por esto que en esta parte del análisis fue necesario hacer esta evaluación aprovechando la experiencia del equipo de trabajo que participó en el proyecto. La nomenclatura que se usó para esta matriz es la que se muestra a continuación en Cuadro 13. El grado de relación entre el QUÉ y el CÓMO se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 13

Simbología para el grado de relación

Tipo de relación	Símbolo
Fuerte (F)	●
Media(M)	○
Débil (D)	△

Cuadro 14**Grado de relación entre QUÉ y CÓMO,**

Que tenga resistencia a la humedad	Resina tipo melamina- urea - formol	F	●
	Componente adicional de parafina	F	●
	Ciclo de prensa	M	○
	Temperatura de prensas	M	○
Que tenga buena resistencia interna	Cantidad de resina	F	●
	Ciclo de prensa	F	●
	Temperatura de prensas	M	○
	Presiones de prensado	M	○
	Distribución de tiempos B	F	●
	Distribución de niveles L	F	●
	Catálisis de la resina	M	○
Que resista ataques de hongos	Dosificación de madera	M	○
	Resina tipo melamina- urea - formol	F	●
Area ruteada quede sin fibra expuesta	Temperatura de prensas	D	Δ
	Cantidad de resina	F	●
	Ciclo de prensa	M	○
	Distribución de tiempos B	F	●
	Distribución de niveles L	F	●
	Catálisis de la resina	M	○
	Granulometría de fibra	F	●
No deteriore las herramientas de corte	Dosificación de madera	M	○
	Cantidad de resina	M	○
Densidad dentro del rango de Fibraplac	Cantidad de eucalipto	M	○
	Control del peso	M	○
	Presiones de prensado	M	○
	Ciclo prensa	M	○
Que no reduzca su espesor nominal	Perfil densidades	M	○
	Tiempo de acondicionamiento	M	○
	Control densidad	F	●
Que no haya pandeo o torcedura	Apilamiento de tarimas	M	○
	Temperatura de prensas	F	●
	Perfil densidades	M	○
	Tiempo de acondicionamiento	M	○

CONTINUA →

CALIDAD REQUERIDA	CÓMOS	Tipo de Relación	
Resistencia a la inserción del tornillo	Control de densidad	F	●
	Cantidad de resina	F	●
	Ciclo de prensa	M	○
	Distribución de tiempos B	M	○
	Distribución de niveles L	M	○
Resistencia al ensamble de bisagra	Control de densidad	F	●
	Cantidad de resina	F	●
	Perfil de densidades	M	○
	Distribución de tiempos B	M	○
	Distribución de niveles L	M	○
Superficies bien lisas	Perfil de densidades	M	○
	Proceso de lijado	M	○
Que no haya variaciones de espesores	Distribución de niveles L	F	●
	Proceso de lijado	M	○
	Calibración en formateo	D	Δ
Superficies no ásperas	Proceso de lijado	M	○
	Distribución de niveles L	D	Δ
	Ciclo de prensa	F	●
	Cantidad de resina	M	○
	Presiones de prensado	F	●
	Humedad de fibra	D	Δ
	Centramiento del colchón	M	○
Superficies sin manchas blancas	Limpieza transporte fibra	M	○
	Limpieza separador grumos	M	○
	Limpieza succiones balanza cinta	M	○
	Dosificación de madera	M	○
	Proceso clasificación	D	Δ
Color uniforme de la superficie	Control en aplicación colorante	M	○
	Granulometría de fibra	D	Δ
	Limpieza transporte fibra	M	○
Color verde no muy intenso	Control en aplicación colorante	M	●
	Control en la preparación colorante	M	●
Que no haya consumo excesivo de sellador	Proceso lijado	M	○
	Distribución de niveles L	D	Δ
	Ciclo prensa	M	○
	Cantidad de resina	M	○
	Componente adicional de parafina	F	●
	Control en aplicación colorante	D	Δ

CONTINUA →

CALIDAD REQUERIDA	CÓMOS	Tipo de Relación	
Que no haya consumo excesivo de laca	Proceso lijado	M	○
	Distribucion de niveles L	D	Δ
	Ciclo prensa	M	○
	Cantidad de resina	M	○
	Componente adicional de parafina	F	●
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	Control en aplicación colorante	D	Δ
Que exista Catálogo técnico	Diseño para todos los espesores	D	Δ
	Generar especificaciones de producto	D	Δ
	Generar recomendaciones basicas de uso	D	Δ

Como paso siguiente, fue necesario agrupar los CÓMO según afinidades, se determinaron cuatro grupos: variables de proceso, variables de producto, materias primas y metodología. Adicionalmente se definió para cada uno de estos CÓMO, sus características de calidad como muestra el Cuadro 15. Según De Moura (2005), una característica de calidad puede ser Menor – mejor cuando se refiere a consumos de materias primas o insumos debido a que afectan directamente al costo del producto, entonces se buscará que sea el menor valor posible como por ejemplo, consumo de resina, en cambio una característica de calidad del tipo Mayor –mejor busca potenciar un efecto, por ejemplo tiempo de acondicionamiento de los tableros, aquí mientras más tiempo permanezca un tablero en reposo, será mucho mejor para la estabilidad dimensional, por último está la característica de calidad del tipo de Nominal – mejor que hace referencia a especificaciones técnicas o normativas como por ejemplo presión de prensado, aquí no interesa que sea mayor o menor, simplemente que cumpla el valor ya establecido.

Cuadro 15**Tipos de características de calidad**

Símbolo	Tipo de característica de calidad
↓	Menor es Mejor
○	Nominal es mejor
↑	Mayor es mejor

El resultado obtenido de la agrupación de los CÓMO por afinidades y su categorización (característica de calidad), se lo presenta a continuación:

Variables de Proceso**Característica de calidad**

- Ciclo de prensa: ↓
- Temperatura de prensa: ○
- Cantidad de resina: ↓
- Presiones de prensado: ○
- Humedad de la fibra: ○
- Componente adicional de parafina: ↓

Variables de Producto**Característica de calidad**

- Densidad del tablero: ↑

- Perfil de densidades: ↑
- Peso del tablero: ○
- Calidad del lijado: ○

Materias Primas

Característica de calidad

- Catálisis de la resina: ↓
- Granulometría de fibra: □
- Resina tipo melamina- urea – formol: ↓

Metodología

Característica de calidad

- Distribución de tiempos B: ↑
- Distribución de niveles L: ○
- Dosificación de madera: ↑
- Cantidad de eucalipto: ↑
- Calibración de medidas en formateo: ○
- Centramiento del colchón: ↑
- Limpieza del sistema que transporta fibra: ↓
- Limpieza del separador de grumos: ↓
- Limpieza de succiones en balanza cinta: ↓
- Proceso de clasificación de tableros: ○
- Control en la aplicación del colorante: ○
- Control en la preparación del colorante: ○
- Diseño para todos los espesores del portafolio: ↓
- Generar especificaciones de producto: ○
- Generar recomendaciones básicas de uso: ↓
- Tiempo de acondicionamiento: ↑
- Apilamiento de tarimas o paquetes: ↓

	EVALUACION COMPETITIVA				
	1	2	3	4	5
Que tenga resistencia a la humedad	●				○
Que tenga buena resistencia interna			○	●	
Que resista ataques de hongos			○	●	
Area ruteada quede sin fibra expuesta			●	○	
No deteriore las herramientas de corte			●	○	
Densidad dentro del rango de Fibraplac			●	○	
Que no reduzca su espesor nominal				● - ○	
Que no haya pandeo o torcedura			●	○	
Resistencia a la inserción del tornillo			●	○	
Resistencia al ensamble de bisagra			●	○	
Superficies bien lisas			●	○	
Que no haya variaciones de espesores			●	○	
Superficies no ásperas			●	○	
Superficies sin manchas blancas			●	○	
Color uniforme de la superficie		●		○	
Color verde no muy intenso	●				○
Que no haya consumo excesivo de sellador		● - ○			
Que no haya consumo excesivo de laca		● - ○			
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio		●		○	
Que exista Catálogo técnico		●		○	

La valoración se la da en función del siguiente criterio: FUERTE (9), MEDIO (3), DEBIL (1)

● Cotopaxi ○ Masisa

3.3 Determinación de objetivos de diseño (CUÁNTO)

Una vez definida la matriz de relaciones, siguiendo la metodología correspondió definir para cada CÓMO, sus valores respectivos de diseño (CUÁNTO), esta fue una de las partes más importantes dentro del desarrollo del nuevo diseño puesto que aquí se definieron variables de producto y proceso

que serán determinantes cuando corresponda llevar el diseño hacia una situación real (línea de producción). Para definir algunas variables de proceso y producto, se consideraron en algunos casos las directrices de la norma internacional DIN EN 622-5 y en otros, los datos obtenidos de los análisis físicos mecánicos realizados a tableros de la competencia.

Debido a que existen algunos espesores en el portafolio de Aglomerados Cotopaxi S.A y considerando que sus variables de proceso son diferentes para cada uno de ellos, como parte del diseño, no se pudo colocar los CUÁNTOS para todos ellos, no era técnicamente viable, entonces se optó por hacer referencia al espesor más representativo de la producción que en este caso fue 15mm. En el cuadro 17 se presenta para cada QUÉ su respectivo CUÁNTO.

Cuadro 17

Definición de los CUÁNTOS

CÓMO	VARIABLES PROCESO						VARIABLES DE PRODUCTO				MATERIA PRIMA		
	Ciclo de prensa	Temperatura de prensas	Cantidad de resina	Presiones de prensado	Humedad de fibra	Componente adicional de parafina	Control de densidad	Perfil de densidades	Control del peso	Proceso de lijado	Catálisis de la resina	Granulometría de fibra	Resina tipo melamina - urea - formalol
"CUANTOS" para cada CÓMO (para espesor promedio 15mm)	seg	oC	kg/m ³	bar	%	kg/m ³	kg/m ³	%	kg/m	%	% Se/Se	% grueso	% solidos
	155	179 / 183	120	230	13-15	2.3	620	>80	19.73	>80	2.3	≤5	65

CONTINUA →

CÓMO		METODOLOGIA																
		Distribución de tiempos B	Distribución de niveles L	Dosificación de madera	Cantidad de eucalipto	Calibración en formateo	Centramiento del colchón	Limpieza transporte fibra	Limpieza separador grumos	Limpieza succiones balanza cinta	Proceso clasificación	Control en aplicación colorante	Control en la preparación colorante	Diseño para todos los espesores	Generar especificaciones de producto	Generar recomendaciones básicas de uso	Tiempo de acondicionamiento	Apilamiento de tarimas
"CUANTOS" para cada CÓMO (para espesor promedio 15mm)		Según hoja T	Según hoja T	%	%	No. turno	No. turno	No. sem.	No. turno	No. sem.	Según Instruc.	kg/m ³	% color	%	%	%	días	No. tarimas
		100%	100%	100	25	4	1	1	8	1	100%	0.4	14	≥ 95	100	100	2	≤ 5

3.4 Determinación del grado de complejidad en la implementación

Antes de tomar cualquier acción (CÓMO), fue necesario evaluar a través de una ponderación numérica, que tan difícil es su implementación, es decir, el cumplimiento de su valor objetivo (CUÁNTO) ya que pudieran existir restricciones de diversas índoles tales como el tiempo necesario para pruebas, recursos económicos y personas involucradas que impedirían la consecución de determinada acción y que conlleve a no poder ejecutar el diseño, a esta parte del análisis se la conoce también con el nombre de dificultad organizacional. En el Cuadro 18 se aplicaron los siguientes criterios:

- Tiempo necesario: En los procesos productivos, el recurso tiempo es normalmente el limitante, el flujo de producción vs. pedidos comprometidos para la venta hacen que no siempre se disponga del tiempo necesario para pruebas y/o ensayos.
- Recursos económicos: Las pruebas de producción a más de comprometer tiempo de máquina, generan material defectuoso cuando los resultados no cumplen los requisitos de calidad internos.

- Personas involucradas: La disponibilidad de tiempo del personal operativo que participa como apoyo en el proyecto, especialmente por la rotación de turnos, puede generar retrasos en los avances del proyecto

A cada uno de estos criterios, se los fue calificando siguiendo la escala siguiente:

- 1 Extremadamente fácil
- 2 Fácil
- 3 Dificultad ligera
- 4 Dificultad media
- 5 Extremadamente difícil

Cuadro 18

Determinación de la dificultad organizacional

CÓMO	VARIABLES PROCESO						VARIABLES DE PRODUCTO				MATERIA PRIMA		
	Ciclo de prensa	Temperatura de prensas	Cantidad de resina	Presiones de prensado	Humedad de fibra	Componente adicional de parafina	Control de densidad	Perfil de densidades	Control del peso	Procesode lijado	Catálisis de la resina	Granulometría de fibra	Resina tipo melamina-urea - formol
DIFICULTAD ORGANIZACIONAL	4	4	9	3	5	7	6	6	6	5	5	3	9
CRITERIO													
Tiempo necesario	2	2	2	1	2	2	2	3	2	3	2	1	2
Recursos económicos	1	1	5	1	2	4	3	2	3	1	1	1	5
Personas involucradas	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2

CONTINUA →

		METODOLOGIA																
		Distribución de tiempos B	Distribución de niveles L	Dosificación de madera	Cantidad de eucalipto	Calibración en formateo	Centramiento del colchón	Limpieza transporte fibra	Limpieza separador grumos	Limpieza succiones balanza cinta	Proceso clasificación	Control en aplicación colorante	Control en la preparación colorante	Diseño para todos los espesores	Generar especificaciones de producto	Generar recomendaciones básicas de uso	Tiempo de acondicionamiento	Aplamamiento de tarimas
CÓMO																		
DIFICULTAD ORGANIZACIONAL		4	4	6	6	4	6	7	7	7	3	4	4	9	5	6	6	5
CRITERIO																		
Tiempo necesario		2	2	3	3	2	3	3	3	3	1	1	2	4	3	3	2	2
Recursos económicos		1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	1	1	3	2

3.5 Análisis de la posición competitiva técnica

Esta etapa del estudio consistió en comparar el cumplimiento de las acciones definidas (CÓMO), entre Aglomerados Cotopaxi S.A y la competencia respecto a los objetivos de diseño planteados (CUÁNTO)

La única empresa que en la actualidad comercializa en Ecuador tableros MDF RH es Masisa, entonces algunas variables del producto de esta empresa utiliza fueron estimados por medio de análisis físicos mecánicos que se realizaron a sus productos. En el Cuadro 19 se hizo una evaluación de la ventaja competitiva técnica para lo cual se usó la siguiente simbología:

△ COTOPAXI

○ MASISA

Para realizar la evaluación competitiva a la empresa Masisa (Cuadro 19), se hizo el siguiente análisis que permitió conocer características de calidad de su producto y algunas variables de proceso: la tracción tiene relación directamente proporcional al consumo de resina, así también, el hinchamiento del tablero depende de la cantidad de parafina aplicada. Otras variables de proceso como tiempos de ciclos, temperaturas y presiones, fueron asociadas al tipo de tecnología de prensado, siendo técnicamente más eficientes en las prensas continuas (nueva tecnología) como las que la empresa Masisa disponen en la actualidad. Variables como tiempo de acondicionamiento fueron determinadas a partir de los volúmenes de producción que Masisa comercializa, siendo esta la relación: a mayor volumen mayor tiempo de acondicionamiento.

3.6 Ponderación de las acciones (CÓMO)

En función del grado de importancia de los requerimientos (Cuadro 9) y del tipo de relación (Cuadro 16), se evaluó la importancia que tiene cada CÓMO en el cumplimiento de los requerimientos (QUÉ), es decir, permitió comparar una magnitud (peso) de un CÓMO contra los pesos de los demás CÓMO. El cálculo es simple, es el producto de multiplicar el grado de importancia de cada QUÉ con el tipo de relación que guarda con cada CÓMO y se lo conoce como Peso absoluto. A este valor se lo presentó de forma porcentual para representar el grado de importancia que un CÓMO específico guarda con respecto a los demás CÓMO, se lo denomina peso relativo.

Este análisis se presenta en el Cuadro 20 a continuación

Cuadro 20
Ponderación de cada CÓMO.

PESO ABSOLUTO	PESO RELATIVO	CÓMO		
		VARIABLES PROCESO	VARIABLES DE PRODUCTO	MATERIA PRIMA
		Ciclo de prensa		
		Temperatura de prensas		
		Cantidad de resina		
		Presiones de prensado		
		Humedad de fibra		
		Componente adicional de parafina		
		Control de densidad		
		Perfil de densidades		
		Control del peso		
		Proceso de lijado		
		Catálisis de la resina		
		Granulometría de fibra		
		Resina tipo melamina-urea-formol		
238	7%			
203	6%			
354	10%			
132	4%			
96	3%			
131	4%			
178	5%			
138	4%			
121	3%			
149	4%			
147	4%			
76	2%			
134	4%			

PESO ABSOLUTO	PESO RELATIVO	CÓMO		
		METODOLOGIA		
		Distribución de tiempos B		
		Distribución de niveles L		
		Dosificación de madera		
		Cantidad de eucalipto		
		Calibración en formateo		
		Centramiento del colchón		
		Limpieza transporte fibra		
		Limpieza separador grumos		
		Limpieza succiones balanza cinta		
		Proceso clasificación		
		Control en aplicación colorante		
		Control en la preparación colorante		
		Diseño para todos los espesores		
		Generar especificaciones de producto		
		Generar recomendaciones básicas de uso		
		Tiempo de acondicionamiento		
		Apilamiento de tarimas		
227	7%			
311	9%			
61	2%			
54	2%			
107	3%			
53	2%			
40	1%			
41	1%			
41	1%			
28	1%			
68	2%			
76	2%			
82	2%			
37	1%			
12	0%			
80	2%			
37	1%			

3.7 Identificación de correlaciones

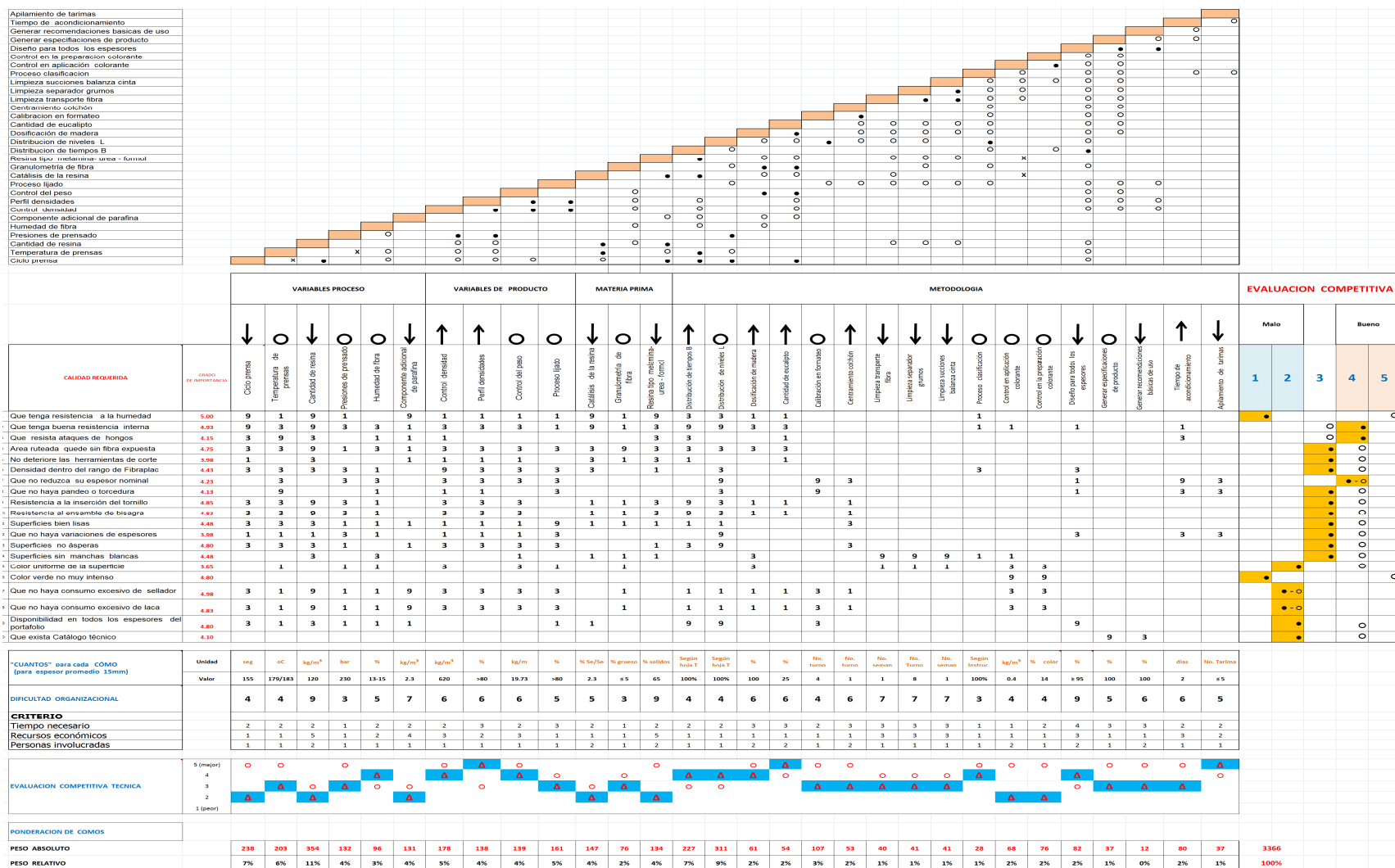
Para terminar la construcción de la casa de la calidad, en el Cuadro 21 se evaluó en una matriz, las correlaciones existentes “entre los CÓMO”, esto sirvió para identificar el impacto de una acción sobre otra al momento de realizarse e identificar áreas de oportunidad y necesidades de investigación o desarrollo.

Se lo clasificó en 4 tipos:

- Fuertemente positiva
- Positiva
- X** Negativa
- Ж** Fuertemente negativa

Para tener una correlación fuertemente positiva, el efecto de subir un CÓMO tendría repercusión directa sobre el otro, es decir, si subo A sube también B, por ejemplo: el control de densidad tiene relación directa con la presión de prensado, entonces a mayor densidad se requerirá mayor presión de prensado. Para una correlación negativa el efecto es inverso, es decir, si subo A entonces bajará B, por ejemplo; al incrementar el valor de temperatura en las prensas, se tiene que bajar el ciclo de prensado, de lo contrario existirá afectaciones a la calidad del producto (una mala conformación interna del tablero).

Figura 3 Representación gráfica de la casa de la calidad, resumen final



3.9 Diagnóstico de la casa de la calidad

Una vez que se ha concluido la construcción de la casa de la calidad, es necesario interpretar los datos obtenidos ya que la casa de la calidad por sí sola no es concluyente. Para este fin, la metodología QFD manifiesta la necesidad de realizar un Diagnóstico de los resultados, similar a lo que haría un médico que tiene en sus manos una serie de exámenes de su paciente, cada parte de ésta (casa de la calidad), durante su desarrollo, generó valoraciones cualitativas y cuantitativas necesarias para esta parte del estudio. El siguiente proceso consistió en captar lo más relevante de ese análisis según algunos criterios ya definidos y tomando como referencia el grado de importancia (G.I) más alto de un QUÉ y la dificultad organizacional (D.O) de cada CÓMO según se lo presenta a continuación

3.9.1 Puntos críticos

Los puntos críticos ocurren cuando la evaluación competitiva del cliente, en un requerimiento muy importante (QUÉ), y la evaluación competitiva técnica, muestran una verdadera área de oportunidad para la empresa, es decir puntuación mayor. EL Cuadro 22 muestra como puntos críticos a dos requerimientos: que el tablero resista a la humedad y que el color verde no sea muy intenso.

Cuadro 22

Determinación de puntos críticos

PUNTO	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
CRÍTICO	Que tenga resistencia a la humedad	5.0	Ciclo de prensa	4
			Cantidad de resina	9
			Componente adicional de parafina	7

CONTINUA →

PUNTO CRÍTICO	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
	Que tenga resistencia a la humedad	5.0	Catálisis de la resina	5
			Resina tipo melamina- urea – formol	9
	Color verde no muy intenso	4.8	Control en aplicación colorante	4
Control en la preparación colorante			4	

3.9.2 Conflictos

El conflicto ocurre cuando la opinión del cliente en algún requerimiento (QUE) muy importante, a través de la evaluación cuantitativa, difiere del concepto o percepción que se tiene en la evaluación técnica. El Cuadro 23 presenta un conflicto definido, por una parte el cliente lo ha calificado bajo a la disponibilidad en todos los espesores, es decir, ellos perciben que existe debilidad en presentar gama de espesores en la actualidad mientras que, en la evaluación técnica, Aglomerados Cotopaxi S.A se definió como fuerte en diseño de varios espesores.

Cuadro 23

Determinación de conflictos

CONFLICTO	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
	Disponibilidad en todos espesores del portafolio	4.8	Distribución de tiempos B	4
			Distribución de niveles L	4
			Diseño para todos los espesores	9

3.9.3 Importancia técnica

Este diagnóstico consistió en identificar los CÓMO de mayor peso o puntuación, ya sea con valor absoluto o relativo, busca identificar los pocos vitales. Entonces, para cada CÓMO de valor alto se le incluye los requerimientos QUÉ y sus respectivos CÓMO. Se puede ver en el Cuadro 24 una repetición considerable de los CÒMO en este diagnóstico, como ya se expuso anteriormente, muchos CÒMO tienen efecto directo sobre más de un QUÈ.

Cuadro 24

Determinación importancia técnica

	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
IMPORTANCIA TECNICA	Que tenga resistencia a la humedad	5	Ciclo de prensa	4
	Que tenga buena resistencia interna	4.9	Ciclo de prensa	4
	Que resista ataques de hongos	4.1	Temperatura de prensas	4
	Que no haya pandeo o torcedura	4.1	Temperatura de prensas	4
	Que tenga resistencia a la humedad	5	Cantidad de resina	9
	Que tenga buena resistencia interna	4.8	Cantidad de resina	9

CONTINUA →

IMPORTANCIA TECNICA	QUÉ	G.I	CÓMO	D. O
	Área ruteada quede sin fibra expuesta	4.7	Cantidad de resina	9
	Resistencia a la inserción del tornillo	4.8	Cantidad de resina	9
	Resistencia al ensamble de bisagra	4.8	Cantidad de resina	9
	Que no haya consumo excesivo de sellador	4.9	Cantidad de resina	9
	Que no haya consumo excesivo de laca	4.8	Cantidad de resina	9
	Que tenga buena resistencia interna	4.9	Distribución de tiempos B	4
	Resistencia a la inserción del tornillo	4.8	Distribución de tiempos B	4
	Resistencia al ensamble de bisagra	4.8	Distribución de tiempos B	4
	Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	4.8	Distribución de tiempos B	4
	Que tenga buena resistencia interna	4.9	Distribución de niveles L	4
	Que no reduzca su espesor nominal	4.2	Distribución de niveles L	4
	Superficies no ásperas	4.8	Distribución de niveles L	4
Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	4.8	Distribución de niveles L	4	

3.9.4 Ventaja competitiva

La ventaja competitiva ocurre cuando la opinión del cliente sobre un requerimiento con un grado de importancia alto es excelente. En el Cuadro 25 el cliente valoró mucho la cohesión interna o resistencia interna del tablero en general y además la resistencia que este tiene al ataque de hongos, es necesario mantener y dar a conocer esta ventaja competitiva.

Cuadro 25

Determinación de la ventaja competitiva

VENTAJA COMPETITIVA	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
	Que tenga buena resistencia interna		4.9	Ciclo de prensa
Cantidad de resina				9
Catálisis de la resina				5
Distribución de tiempos B				4
Distribución de niveles L				4
Que resista ataques de hongos		4.1	Temperatura de prensas	4

3.9.5 Áreas de oportunidad

Las áreas de oportunidad se presentan cuando existen requerimientos que pueden marcar la diferencia, en este caso, tanto la competencia como Aglomerados Cotopaxi S.A estuvieron muy mal evaluados por parte del cliente en un requerimiento muy importante. Para los clientes, el consumo excesivo de sellador y de laca como muestra el Cuadro 26 es una oportunidad a mejorar para la empresa.

Cuadro 26

Determinación del área de oportunidad

	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
AREA DE OPORTUNIDAD	Que no haya consumo excesivo de sellador	4.98	Cantidad de resina	9
			Componente adicional de parafina	7
	Que no haya consumo excesivo de laca	4.83	Cantidad de resina	9
			Componente adicional de parafina	7

3.9.6 Mejora obligatoria

Un requerimiento muy importante para el cliente pero lo cumple satisfactoriamente solo la competencia. Si no se puede sobresalir, la premisa es al menos copiar. Este diagnóstico es coincidente con lo indicado en el Cuadro 22 de puntos críticos, y que para un entender técnico, es muy lógico. A continuación el Cuadro 27 expone los requerimientos y los CÓMO que debemos contemplar como parte del diagnóstico.

Cuadro 27

Determinación de la mejora obligatoria

	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
MEJORA OBLIGATORIA	Que tenga buena resistencia a la humedad	5	Ciclo de prensa	4
			Cantidad de resina	9

CONTINUA →

MEJORA OBLIGATORIA	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
	Que tenga buena resistencia a la humedad		Componente adicional de parafina	7
			Catálisis de la resina	5
			Resina tipo melanina - urea - formol	9
Color verde no muy intenso	4.8	Control en aplicación del colorante	4	
		Control en la preparación del colorante	4	

3.9.7 Evaluación indiferente

Al cliente no le interesa un determinado requerimiento, su grado de importancia fue bajo. La técnica indica que no se toma ninguna acción al respecto, solamente se debe vigilar si la importancia del requerimiento cambia en el tiempo, es decir, se la debe tener registrada, nada más. En el Cuadro 28 se pone en manifiesto esta condición siendo muy claro los requerimientos que al cliente no le importa lo suficiente como por ejemplo el deterioro de sus herramientas de corte al maquinar los tableros.

Cuadro 28

Determinación de la evaluación indiferente

EVALUACION INDIFERENTE	QUÉ	G.I	CÓMO	D.O
	No deteriore las herramientas de corte	3.98	No es necesario incluirlo	
	Que no reduzca su espesor nominal	3.98		
	Color uniforme de la superficie	3.65		

A continuación se elaboró un resumen de lo más relevante de estos siete criterios considerando el grado de importancia, a esta parte del estudio se lo conoce como Matriz de diagnóstico y muestra las situaciones más críticas identificadas a través de los diferentes procedimientos y diagnósticos realizados a la matriz o casa de la calidad. El Cuadro 29 presenta este resumen, se puede apreciar una reducción importante de requerimientos QUÉ (13 de 20 requerimientos iniciales) y de CÓMO (11 de 30 iniciales) permitiendo así obtener los datos “finales” a considerar en la siguiente etapa de despliegue del diseño.

Cuadro 29

Matriz de diagnostico

CALIDAD REQUERIDA		MATRIZ DE DIAGNOSTICO										
		VARIABLES PROCESO				MATERIA PRIMA		METODOLOGIA				
		↓	○	↓	↓	↓	↓	↑	○	○	○	↓
	GRADO DE IMPORTANCIA	Ciclo prensa	Temperatura de prensas	Cantidad de resina	Componente adicional de parafina	Catalizis de la resina	Resina tipo melamina-urea - formal	Distribución de tiempos B	Distribución de niveles L	Control en aplicación colorante	Control en la preparación colorante	Diseño para todos los espesores
1	Que tenga resistencia a la humedad	5.00	9	1	9	9	9	9	3	3		
2	Que tenga buena resistencia interna	4.33	9	3	9	1	9	3	9	9	1	1
3	Que resista ataques de hongos	4.55	3	9	3	1		3	3			
4	Area ruteada quede sin fibra expuesta	4.75	3	3	9	1	3	3	3	3		
5	Que no reduzca su espesor nominal	4.25		3					9			1
6	Que no haya pandeo o torcedura	4.55		9						3		1
7	Resistencia a la inserción del tornillo	4.85	3	3	9		1	3	9	3		
8	Resistencia al ensamble de bisagra	4.85	3	3	9		1	3	9	3		
9	Superficies no ásperas	4.00	3	3	3	1		1	3	9		
10	Color verde no muy intenso	4.00									9	9
11	Que no haya consumo excesivo de sellador	4.38	3	1	9	9			1	1	3	3
12	Que no haya consumo excesivo de laca	4.85	3	1	9	9			1	1	3	3
13	Disponibilidad en todos los espesores del portafolio	4.00	3	1	3	1	1		9	9		9

3.10 Acciones a ejecutar

3.10.1 Desarrollo del plan de actividades

Consiste en elaborar un programa detallado de actividades que permita cumplir cada uno de los requerimientos definidos en la matriz de diagnóstico, para esto se utilizó el método de 5W/ 1H (what, why, who, when, where, how). Los cuadros siguientes presentan el desarrollo de ese plan.

Cuadro 30

Plan de actividades para requerimiento: resistencia a la humedad

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que tenga resistencia a la humedad	Ciclo de prensa	Necesitamos que la resina catalice de forma correcta	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control prensas	Fijar los valores del ciclo (tiempo) en función de la catálisis
	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para evitar ingreso de humedad	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante (Anexo 6)

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que tenga resistencia a la humedad	Componente adicional de parafina	La parafina repele la humedad y mejora la higroscopia del tablero en ambientes con humedad relativa alta	Líder de proceso / Laboratorista	20-mar	Cuarto Desfibrado	Fijar los valores de consumo de parafina (kg / m ³) superiores al tablero estándar. Verificar efectividad con pruebas de hinchamiento (%)
	Catálisis de la resina	Es necesario conocer el tiempo de fraguado de la resina y su cantidad de catalizador a aplicarse para alcanzar eficiencia en la resina	Laboratorista	18-mar	Laborat. Cotopaxi	Hacer pruebas de gel para determinadas cantidades de catalizador, luego graficar la curva y definir los mejores puntos (Anexo 5)
	Resina tipo melamina - urea - formol	La melamina en esta resina da un añadido plastificante y cierra mas poros	Líder de proceso	18-mar	Planta Lasso	Coordinar con proveedor la fabricación y abastecimiento de resina MUF (Ver Anexo 6)

Cuadro 31

Plan de actividades para requerimiento: resistencia interna

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que tenga buena resistencia interna	Ciclo de prensa	Necesitamos que la resina catalice de forma correcta	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control prensas	Fijar los valores del ciclo (tiempo) en función de los resultados de la catálisis (Ver Anexo 5)
	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero	Líder de proceso/ Laboratori sta	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar efectividad con pruebas de tracción (kg/cm ²)
	Catálisis de la resina	Es necesario conocer el tiempo de fraguado de la resina y su cantidad de catalizador a aplicarse para alcanzar eficiencia en la resina	Laboratori sta	18-mar	Laborat. Cotopaxi	Hacer pruebas de gel para determinadas cantidades de catalizador, luego graficar la curva y definir los mejores puntos

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que tenga buena resistencia interna	Distribución de tiempos B	Cada paso dentro del proceso de prensado requiere tiempos específicos para garantizar el curado de la resina en la prensa	Supervisor	20-mar	Cuarto control prensas	Distribuir los tiempo en función de los resultados de la catálisis de resina y de los valores de temperatura del tablero medidos en su centro
	Distribución de niveles L	Los niveles mal fijados, especialmente L2 y L3 generan variaciones en el perfil de densidades y con ello afectan la cohesión interna del tablero	Operador prensa	20-mar	Cuarto control prensas	Asignar los valores correspondientes a L1 hasta L16 en función de la especificación ya establecida por espesor

Cuadro 32

Plan de actividades para requerimientos: resista ataque hongos, fibra expuesta, mantener espesor nominal y que no haya pandeo

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que resista ataques de hongos	Temperatura de prensas	La temperatura empleada en las prensas	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control prensas	Fijar los valores de temperatura

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que resista ataques de hongos	Temperatura de prensas	para el curado de la resina por si misma tiene un comportamiento fitosanitario que inmuniza al tablero	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control prensas	en función de los resultados de la catálisis
Área ruteada quede sin fibra expuesta	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero y así evitar fibras expuestas luego del maquinado	Laboratori sta	20-mar	En el Laborat. Cotopaxi	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar con pruebas de ruteo mediante uso de tupi
Que no reduzca su espesor nominal	Distribución de niveles L	Un descuido en el manejo de los niveles, especialmente L2 y L3 genera variaciones en el perfil de densidad y Afectan la cohesión interna del tablero	Operador prensa	20-mar	Cuarto control prensas	Asignar los valores correspondientes a L1 hasta L16 en función de la especificación ya establecida por espesor

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que no haya pandeo o torcedura	Temperatura de prensas	El control de temperaturas en la prensa no manejados correctamente descompensan la densificación del tablero y generan torcedura o pandeo	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control prensas	Fijar los valores de temperatura en función de los resultados de la catálisis. Verificar el valor del pandeo con mediciones al final del proceso

Cuadro 33

Plan de actividades para requerimientos: resistencia inserción tornillos y bisagras

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Resistencia a la inserción del tornillo	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero	Líder de proceso/ Laboratori sta	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar efectividad con pruebas de tracción (kg/cm ²)

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Resistencia a la inserción del tornillo	Distribución de tiempos B	Cada paso dentro del prensado requiere tiempos específicos para garantizar el curado de la resina en la prensa	Supervisor	20-mar	Cuarto control prensas	Distribuir los tiempo en función de los resultados de la catálisis de resina y de los valores de temperatura del tablero medidos en su centro
Resistencia al ensamble de bisagra	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero	Líder de proceso/ Laboratorista	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar efectividad con pruebas de tracción (kg/cm ²)
	Distribución de tiempos B	Cada paso dentro del proceso de prensado requiere tiempos específicos para garantizar el curado de la resina en la prensa	Supervisor	20-mar	Cuarto control prensas	Distribuir los tiempo en función de los resultados de la catálisis de resina y de los valores de temperatura del tablero medidos en su centro

Cuadro 34

Plan de actividades para requerimientos: superficies no ásperas, color no muy intenso y consumo de sellador

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Superficies no ásperas	Distribución de niveles L	Un descuido en el manejo de los niveles, especialmente L2 y L3 genera variaciones en el perfil de densidad y en la estabilidad dimensional (espesor) del tablero	Operador prensa	20-mar	Cuarto control prensas	Asignar los valores correspondientes a L1 hasta L16 en función de la especificación ya establecida por espesor
Color verde no muy intenso	Control en aplicación colorante	La cantidad de colorante a dosificar tiene que ser tal que, no genere un tablero verde intenso	Líder de proceso	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Empezar con valores los más bajos posible y paulatinamente ir subiendo hasta alcanzar el color deseado
	Control en la preparación colorante	El colorante en muy denso y concentrado difícil de aplicar directamente,	Líder de proceso / Operador desfibrado	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Empezar con valores lo más bajos posible y paulatinamente

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
	Control en la preparación colorante	requiere de un dilución en un porcentaje de agua para poder bajar su concentración y densidad	Líder de proceso / Operador desfibrado	20-mar	Cuarto control Desfibrado	ir subiendo hasta alcanzar el color deseado
Que no haya consumo excesivo de selladores	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero	Líder de proceso/ Laboratorista	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar efectividad con pruebas de absorción superficial (cm recorrido)
	Componente adicional de parafina	La parafina repele la humedad y mejora la higroscopia del tablero, esto ayuda a no consumir exceso de sellador cuando se está fabricando un mueble	Líder de proceso/ Laboratorista	20-mar	Cuarto control Desfibrado	Fijar los valores de consumo de parafina (kg / m ³) superiores al tablero estándar. Verificar efectividad con pruebas de absorción superficial (cm recorrido)

Cuadro 35

Plan de actividades para requerimiento: consumo laca y disponibilidad en gama espesores

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Que no haya consumo excesivo de lacas	Cantidad de resina	Las fibras de madera deben adherirse correctamente para conseguir una buena cohesión interna del tablero	Líder de proceso/ Laboratorista	20-mar	Cuarto Desfibrado	Fijar los valores de consumo de resina (kg / m ³) según hoja técnica del fabricante. Verificar efectividad con pruebas de absorción superficial (cm recorrido)
	Componente adicional de parafina	La parafina repele la humedad y mejora la higroscopia del tablero, esto ayuda a no consumir exceso de lacas cuando se está fabricando un mueble	Líder de proceso/ Laboratorista	20-mar	Cuarto Desfibrado	Fijar los valores de consumo de parafina (kg / m ³) superiores al tablero estándar. Verificar efectividad con pruebas de absorción superficial (cm recorrido)

CONTINUA →

WHAT QUE		WHY PORQUE	WHO QUIEN	WHEN CUANDO	WHERE DONDE	HOW COMO
Disponibilidad en todos espesores del portafolio	Distribución de tiempos B	Cada paso dentro del proceso de prensado requiere un control específico de Tiempos para garantizar el espesor definido	Supervisor	20-mar	Cuarto control prensas	Distribuir los tiempo en función de los resultados de la catálisis de resina y de los valores de temperatura del tablero medidos en su centro
	Distribución de niveles L	Cada paso dentro del proceso de prensado requiere un control específico de Niveles para garantizar el espesor definido	Operador prensa	20-mar	Cuarto control prensas	Asignar los valores correspondientes a L1 hasta L16 en función de la especificación ya establecida por espesor
	Diseño para todos los espesores	Los clientes cuando construyen un mueble, usan un mix de espesores (delgados y grueso) por condiciones técnicas y económicas	Líder de proceso	27-mar	Oficina Ingeniería	Empezar con un espesor, luego que el diseño sea robusto, ampliar al resto de espesores

3.10.2 Despliegue de operaciones

El despliegue de operaciones consistió en diseñar y desarrollar todo el proceso que conllevaría el producir un tablero MDF resistente a la humedad, en otras palabras, aterrizar a la realidad (producción) todo lo hasta ahora revisado en la construcción de la casa de la calidad, para esto, la Figura 4 en esta primera parte, muestra una secuencia de pasos (proceso) que se siguió para tal efecto, se contemplaron las variables de proceso y de producto (protocolo de pruebas, Anexo 3), necesarios para la parametrización tanto del desfibrado como de las prensas.

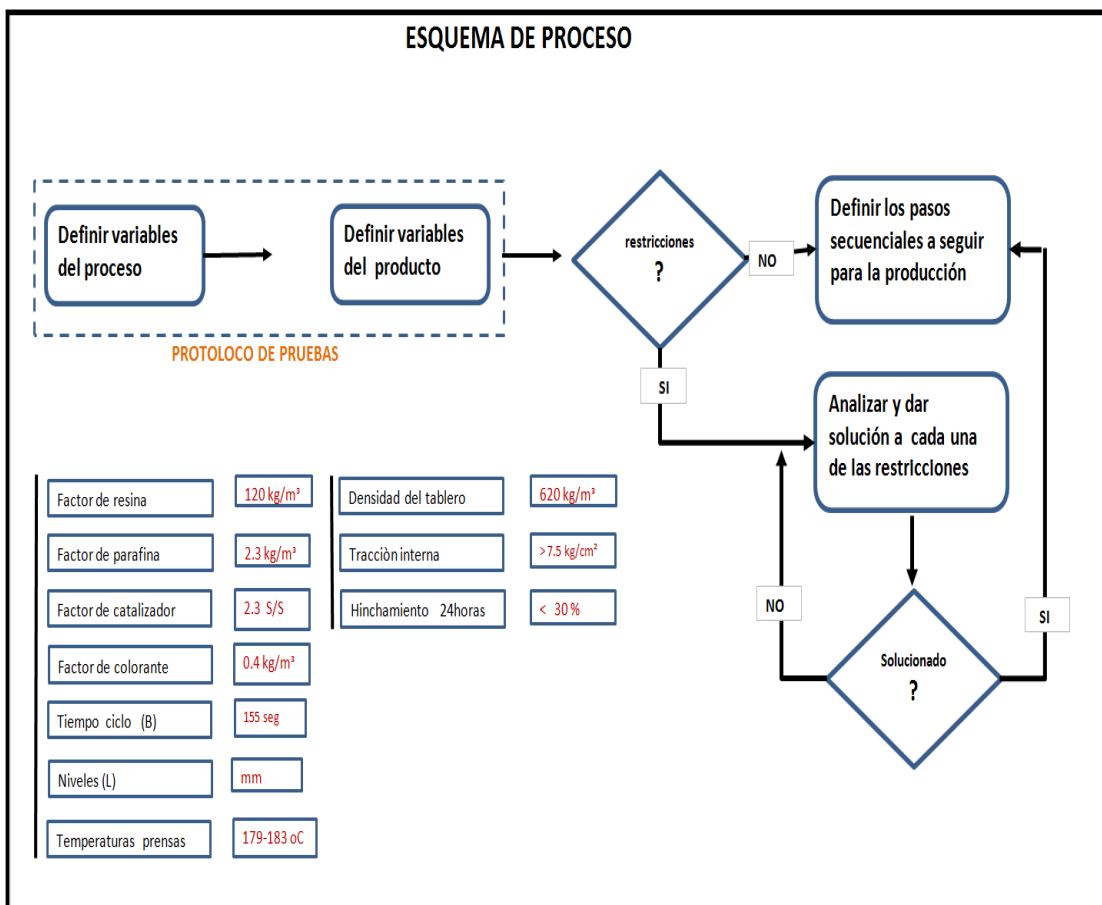


Figura 4 Esquema de procesos para despliegue de operaciones: análisis de restricciones existentes.

Seguidamente se analizó con el equipo de trabajo cuales son las limitaciones o restricciones actuales en el proceso de MDF para hacer el cambio de producción a tableros RH, considerando que alguna de las actividades requeridas para este nuevo diseño, especialmente la aplicación del colorante verde demandó hacer algunas adecuaciones en el sistema. Esta última parte se la presenta en el Cuadro 36

Cuadro 36

Restricciones actuales identificadas en la línea de producción

Actividades requeridas para las pruebas de producción de tableros MDF RH	Responsable de la gestión	Fecha
Para el proceso de preparación:		
Conectar el tanque de resina MUF al sistema actual de dosificación	M. Yáñez	próxima producción
Adaptar un sistema de carga rápida de recipientes tipo totems	M. Yáñez/ Leonidas	27-jun
Disponer de montacargas y su operador para la producción	Xavier V	próxima producción
Cuatro tótems limpios y en buen estado	Marco Ch.	próxima producción
Filtros para tanque inoxidable	Marco Ch.	próxima producción
Tanque con colorante verde:		
Calibrar la altura con tanque lleno y máximo nivel del vaso dosificador	M. Yáñez/ Ech	en producción
Colocar manguera para registrar nivel del tanque y un visor	M. Yáñez	27-jun
Sistema dosificación:		
Corregir fugas en conexiones	M. Yáñez	27-jun
Completar las 4 guías la boya de control de nivel	J. Zurita	27-jun
Adecuar la base para sujeción de válvula neumática en ingreso a vasos	M. Yáñez	27-jun
Control con selector para independizar bombas Urea / colorante	J. Zurita	27-jun
Cambio de interruptores magnéticos y encoder	J. Zurita	en producción
Inversión del giro de encoder, cambio desde tablero eléctrico	J. Zurita	en producción
Cambiar parámetros del PC	J. Zurita	en producción
Capacitar a eléctricos / mecánicos sobre los cambios	J. Zurita/ M. Yáñez	27-jun
Adaptar un sistema de verificación de dosificación del colorante: válvula y tapón	M. Yáñez	27-jun
Revisar el sistema de dosificación del colorante en surtidor resina /urea para evitar contaminación en ciclón de partida y drenaje,		
Hacer dilución del colorante en agua 3/1 para bajar tonalidad y la viscosidad	supervisores	próxima producción
Programar producir MD RH antes de paro de los jueves : <u>condición normal</u>	Supervisores/ Xavier V	próxima producción

A continuación se definieron cada uno de los pasos a seguir para empezar con la prueba de producción del tablero RH y los roles de algunas funciones de la empresa en dicha prueba, los mayores cambios se presentaron en el proceso de desfibrado que es donde se aplican los componentes (resina, colorante, parafina, etc.) y por ende donde se concentraron el mayor número de actividades. Se buscó empelar el menor tiempo posible en el cambio de producción para fabricar el tablero MDF RH, de esta manera no generar desperdicios de recursos (madera, resina, parafina) y que pueda fluir con relativa normalidad la producción.

Pasos a seguir por parte del operador de producción

- Preparar el tinte: usando recipientes de 20 litros, aplicar la siguiente proporción: 1 de tinta Vs. 14 de agua, esta mezcla colocarlo en el tanque inoxidable
- Trabajar con el nivel de resina bajo en el tanque inoxidable y cargar la alimentación en manual hasta completar la producción antes de pasar a RH.
- Apagar la dosificación de urea con el nivel mínimo del tanque inoxidable de resina
- Por ser el vaso de dosificación de tinte de menor dimensión, cambiar en el computador los siguientes valores: parámetro AJUSTE DE BOMBAS, Frec.Gener **(220)** y caudal **(0.5)**. Luego de terminar la producción de RH se debe dejar con los valores normales de la urea (vaso de mayor dimensión): Frec.Gener **(68)** y Caudal **(1)**.
- Cambiar también los parámetros de SLAVES en el computador según se detalla en el Cuadro 37

Cuadro 37**Valores para parametrización en el computador**

Componentes	V. ref.	V. Dínamo	Frec.Gener	Caudal	Tens. Salida
Resina	5	5	317	19.5	0
Urea	5	5	68	1	0
Catalizador	5	5	220	0.5	0
Parafina	5	5	68	1	0

Se debe bajar la carga a 10 RPM el tornillo extractor

- Aplicar lanzamiento de fórmula para RH y al mismo tiempo pasar al desecho el tornillo 258 para verificar el tinte en la fibra, aplicar un valor de 0.8 sec/sec del tinte hasta que pase (mas caudal), luego colocar el valor normal que es de 0.61sec/sec
- Una vez conseguido el color deseado en la fibra, pasar a la formación

Pasos a seguir por parte del operador eléctrico

- Realizar conexiones de mangueras y cables para producto RH. (sin cerrar el aire comprimido del encolado)
- Cambio de selector de la bomba de urea a bomba RH
- Cambio de conector del encoder del desfibrado # 1 al desfibrador # 2
- Cambio de conexiones en el armario eléctrico del FC de la válvula de retención y sensor de llenado del vaso del desfibrador # 1 al desfibrador # 2 y cambio de giro del encoder

Pasos a seguir por parte del operador mecánico

- Realizar conexiones de mangueras y cables para producto RH. (sin cerrar el aire comprimido del encolado)
- Revisar mangueras de ingreso de tinte al desfibrador (una hora antes del cambio de set-up).
- Revisar la tubería de entrada del tinte hacia el desfibrador 1 hora antes
- Cambio de mangueras de aire en las válvulas de retención y llenado del vaso.
- Abrir la válvula de la tubería del tinte a la entrada del desfibrador.

Una vez realizado el set-up en el desfibrado, el siguiente paso fue aplicar los factores nuevos en el proceso de prensado definidos en el protocolo de pruebas (Anexo 3) y esquematizado en la Figura 5.

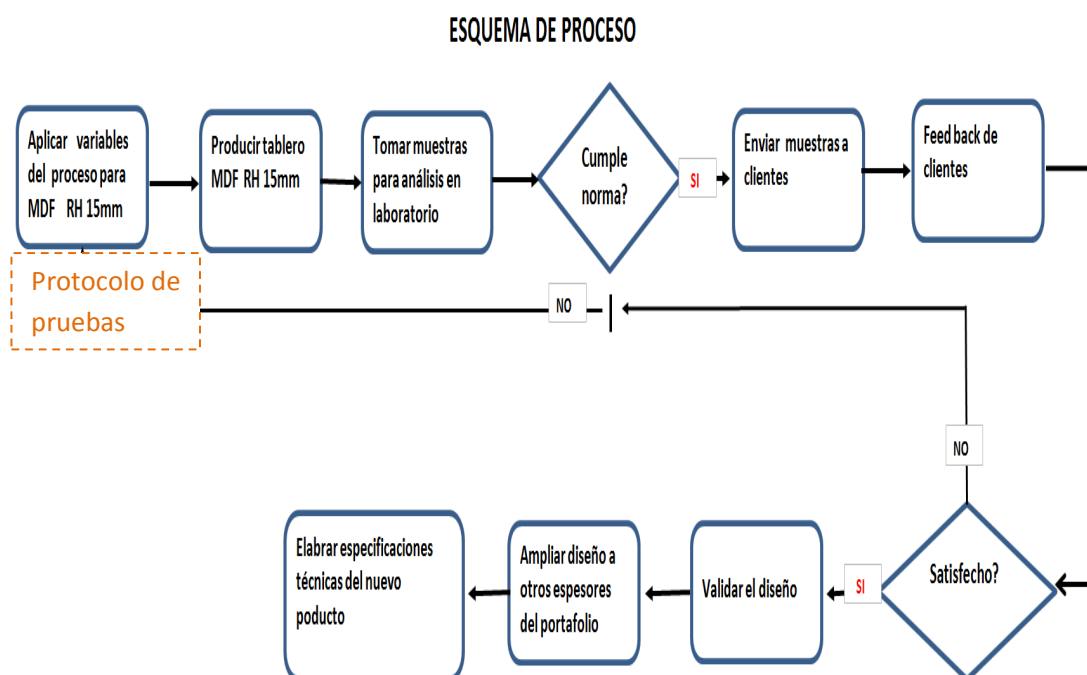


Figura 5 Esquema de procesos para despliegue de operaciones: validación del producto MDF RH.

El operador de la prensa colocó en el computador los nuevos valores de distribución de los tiempos B (Cuadro 38) para alcanzar el ciclo de prensado en el computador. El control de los niveles L, lo hace considerando la siguiente relación:

L3: es un valor equivalente al espesor promedio más su sobre espesor, para esta caso correspondió a 16.4mm

L2: es un valor equivalente a L3 más 2.5mm, en este caso fue 18.9mm

Cuadro 38

Distribución del ciclo de prensado (B)

DISTRIBUCION DE CICLOS DE PENSADO				
	Prensa # 1		Prensa # 2	
	15mm		15mm	
Parámetros	Valor 1/10 seg		Valor 1/10 seg	
B1	150	150	100	100
B2	180	180	190	190
B3	134		144	
B4	121		130	
B5	115		123	
B6	102		110	
B7	89		96	
B8	77		82	
A1 - A6	140		130	
Tiempo presión	160		160	
Tiempos C	10		20	
Repartición de B3 a B8	638		685	
	55%		55%	
Tiempo de densificación	968		975	
C7	1760		1760	
Tiempo de curado	482		475	

3.11 Producción producto Fibraplac RH

Una vez colocado los nuevos parámetros tanto en el proceso de desfibrado como en el prensado, se empezó a desfibrar la madera y a observar cómo está la tonalidad de la de esta fibra, la Figura 6 muestra la primera fibra tinturada color verde en el arranque de la prueba, seguidamente está el proceso de formación y luego la prensa para su conformación final. En esta última parte (el prensado), se aplicó estrictamente los mismos controles para la producción de un tablero normal o estándar, es decir, se verifica pesos, densidades, temperaturas, niveles L, tiempos B, presiones, modulaciones, etc.



Figura 6 Proceso de tintura de la fibra de madera, color verde

Con la producción del primer tablero MDF RH (Figura 7), siguiendo el procedimiento interno de Aglomerados Cotopaxi S.A en cuanto a validación y liberación de productos, se procedió a realizar las pruebas físicas mecánicas en el laboratorio interno de la empresa, para esto se tomaron (muestreo) dos tableros enteros (formato 1.83x2.44 m) cada cuatro horas, dando un total de ensayos realizados en las veinte y cuatro horas (tiempo de duración de la prueba), de 12 tableros. Importante indicar que este tipo de pruebas son de

carácter destructivo, los tableros fueron cortados en piezas pequeñas (ver Anexo 8) de manera que puedan ser colocados en las máquinas de laboratorio IMAL- IB-600. Los resultados aquí obtenidos, se los comparó con la Norma vigente para este producto (Norma Técnica Europea EN 622-5. Fibreboards - Specifications - Part 5: Requirements for dry process boards, table 3, Requirements for general purpose boards for use in humid conditions -type MDF-H. (Anexo 1). En este caso, los resultados promedio de las doce muestras tomadas en la prueba fueron muy favorables, el Cuadro 39 presenta estos resultados y el análisis estadístico de los mismos, se puede ver que la Capacidad de proceso (CP: es la diferencia entre los límites de control superior e inferior divididos para tres desviaciones estándar) es un valor superior a 1, esto nos indica en control estadístico de proceso (CEP) que los datos son robustos, entonces el diseño también es robusto. El Cuadro 40 a su vez compara los resultados promedios de las muestras respecto a las propiedades físicas mecánicas indicadas en la norma internacional DIN EN 622-5 y el Anexo 4 muestra el perfil de densidades de los tableros, se puede evidenciar que se alcanzó valores que sobrepasan los requisitos declarados en la norma, entonces el departamento de Control de calidad procedió a validar los lotes de producción.



Figura 7 Formación del primer tablero RH

NOTA: en el caso que no se hubiera alcanzado los valores establecidos en la norma, entonces correspondía regresar a modificar las variables de proceso (Figura 5) hasta encontrar el punto exacto de diseño.

Cuadro 39

Resultado de las pruebas físico mecánicas de tableros MDF RH 15mm y análisis estadístico

PRUEBAS FISICO MECANICAS DE TABLEROS RH											
# prueba	Espesor	Flexión	Tracción	Tornillo	Densidad	Absorción superficial	Hinchamiento 24h	Hinchamiento 1 hora a 92°C	Humedad	Tracción posterior a hinchamiento	Laboratorista Responsable
	mm	kg/cm ²	kg/cm ²	kgf	kg/m ³	mm	%	%	%	kg/cm ²	
1	15	368.9	9.3	97.2	615	233	6.51	23.50	7.54	1.2	D.Guilca
2	15	369.2	9.2	98.3	614	244	6.45	22.10	7.36	1.2	D.Guilca
3	15	377.3	8.8	99.4	610	252	6.54	23.56	7.52	1.3	D.Guilca
4	15	370.4	8.7	98.7	611	246	6.66	25.44	7.64	0.9	D.Guilca
5	15	367.2	9.0	97.1	615	288	6.59	25.41	7.23	1.8	M. Gërman
6	15	374.5	9.3	98.4	617	211	6.56	24.80	7.34	1.0	M. Gërman
7	15	368.7	9.0	96.9	608	233	6.55	24.10	7.54	1.2	M. Gërman
8	15	367.2	9.1	98.9	609	222	6.52	23.30	7.43	1.2	M. Gërman
9	15	369.5	9.3	97.2	611	252	6.53	23.56	7.51	1.1	J. Muñoz
10	15	370.5	9.1	97.9	609	246	6.48	25.44	7.64	0.9	J. Muñoz
11	15	371.7	9.1	98.4	610	231	6.48	25.41	7.34	1.3	J. Muñoz
12	15	374.5	9.3	98.1	608	219	6.55	23.90	7.45	1.0	J. Muñoz
ANÁLISIS ESTADISTICO											
Media		370.8	9.1	98.0	611	239.8	6.54	24.2	7.5	1.2	
Desv. Estándar		3.15	0.16	0.80	3.06	20.15	0.06	1.09	0.13	0.24	
Lim. Cont. Sup		367.20	8.80	96.90	367.20	211.00	6.45	22.10	7.23	0.90	
Lim. Cont. Inf		377.30	9.30	99.40	377.30	277.30	6.66	25.44	7.64	1.80	
Capacidad de Proceso		1.070	1.023	1.047	1.101	1.097	1.261	1.024	1.079	1.241	

Cuadro 40

Comparación de resultados obtenidos en laboratorio Vs. los valores indicados en la norma DIN-EN 622-5

PARAMETRO	Unid.	Resultado Cotopaxi	Norma DIN-EN 622-5	Variación		EVALUACIÓN A COTOPAXI
				numérica	porcentual	
Flexión	Kg/cm ²	370	> 240	+ 130	54%	mayor-mejor CUMPLE
Tracción	Kg/cm ²	9.1	> 7.5	+ 1.6	21%	mayor-mejor CUMPLE
Hinchamiento 24h	%	6.74	< 8	- 1.26	- 16%	menor - mejor CUMPLE
Tirón tornillo	Kg .f	98	> 80	+ 18	23%	mayor-mejor CUMPLE
Densidad	Kg/m ³	611	580 a 650	en rango		nominal - mejor CUMPLE

3.12 Evaluación preliminar de la satisfacción de los clientes y retroalimentación

Validado el producto internamente en planta, el paso siguiente fue coordinar en departamento de ventas el envío de muestras de estos tableros a clientes para que ellos lo puedan usar y manifestar el grado de satisfacción o insatisfacción, entonces el departamento comercial envió las muestras primero hacia clientes de Colombia en los almacenes Madecentro para luego enviar a clientes en Guayaquil. El departamento técnico de Colombia, dirigido por el Ing. Edwin Gómez Jefe de Control de Calidad y servicio técnico, realizó la evaluación a la calidad de los tableros RH enviados, su reporte técnico se adjunta (ver Figura 8)

Inf. 30/2011

Fecha: Agosto 03/2011
Para: Giovanni Rodriguez, Alejandro Zapata.
CC: Tomas Orrego, Miguel Tabares.
De: Edwin Augusto Gómez Garcia.
Asunto: Análisis M.D.F RH y melaminico Sonae.

De acuerdo con el análisis practicado al tablero M.D.F RH de Aglomerados Cotopaxi, los resultados son los siguientes:

MD.F RH AGLOMERADOS COTOPAXI:

Densidad:	580kg/m3.
Espesor:	15mm (+-) 0,2mm.
Angulo de permeabilidad:	90grados.
% de hinchamiento 18 horas en agua ambiente:	8%
% hinchamiento 30 minutos en agua hirviendo:	35%.
Resistencia después de agua hirviendo:	conserva buen agarre al tornillo.

El tablero presenta cortes limpios al momento del maquinado, la resistencia física mecánica después de 30 minutos en agua hirviendo **es excelente** (similar al aglomerado R.H de partículas) no se desintegra por acción de la humedad como suele suceder con los demás tableros.

El M.D.F estándar registra hinchamientos superiores al 100% y se desintegra fácilmente soltando los anclajes (tornillería)

El tablero desprende su coloración tanto interna como externa al contacto prolongado con líquidos; por lo tanto es importante corregir este detalle para no incurrir en reclamaciones al momento de aplicaciones de pintura.

En general el tablero responde favorablemente para su aplicación en ambientes húmedos.

Figura 8 Informe técnico sobre la calidad del tablero MDF RH reportado por cliente en Colombia

El informe técnico sobre la evaluación realizada a los tableros Fibraplac RH resistentes a la humedad en Colombia conllevó a realizar pruebas destructivas, de manipulación y de maquinado y la conclusión final fue “satisfactoria”, es decir, el tablero cumplió con los requisitos de cliente, entonces el diseño en este nicho de mercado quedó validado. Luego de enviar las muestras a Colombia y que estas fueron validadas por el cliente, conforme estuvo ya planificado por el departamento comercial, se enviaron también muestras de tableros MDF RH a la ciudad de Guayaquil (allí está el mayor volumen de ventas de tableros MDF en el país y es una ciudad de potencial consumo de tableros MDF RH). Los

tableros fueron sometidos a varias pruebas de validación de calidad similar a lo realizado en Colombia, sin embargo, hubo una sola observación por parte del cliente, “la tonalidad del color verde en el tablero estuvo muy intensa” (ver Anexo 7), esto le generó problemas principalmente cuando tenía que dar los acabados a los muebles utilizando colorantes y lacas con tonalidad clara, aquí el color verde resaltaba más y hacía necesario aplicar más colorante para obtener la calidad y el tono que estaban buscando, ocasionando mayor costo de producción para el cliente. Se tuvo que ajustar variables de proceso en la línea de producción de Aglomerados Cotopaxi S.A para poder corregir esta inconformidad reportada por parte del cliente.

3.12.1 Acciones de mejora en base a la retroalimentación de clientes

Corregir el exceso en la tonalidad (desviación reportada, verde muy intenso), no fue un problema para el proceso productivo, simplemente se tuvo que cambiar cantidad de dosificación de tinte, redujimos 15% en la aplicación, de 0.4kg/m^3 a 0.34kg/m^3 , el cambio de tonalidad fue apreciable a simple vista, entonces se envió nuevamente tableros al cliente con este ajuste de color, el cliente de forma inmediata los validó, Ver Figura 9, con esto quedó aprobado el nuevo tablero MDF RH en el mercado nacional.

NOTA: esta disminución de la tonalidad del color verde no afectó al cliente de Colombia quién había validado el producto con anterioridad puesto que en ese país, los tableros MDF RH se los utiliza recubrimientos con papeles melaminicos decorativos y no requieren usos de lacas y colorantes, es decir, no hay riesgo de una posible transparencia del color verde

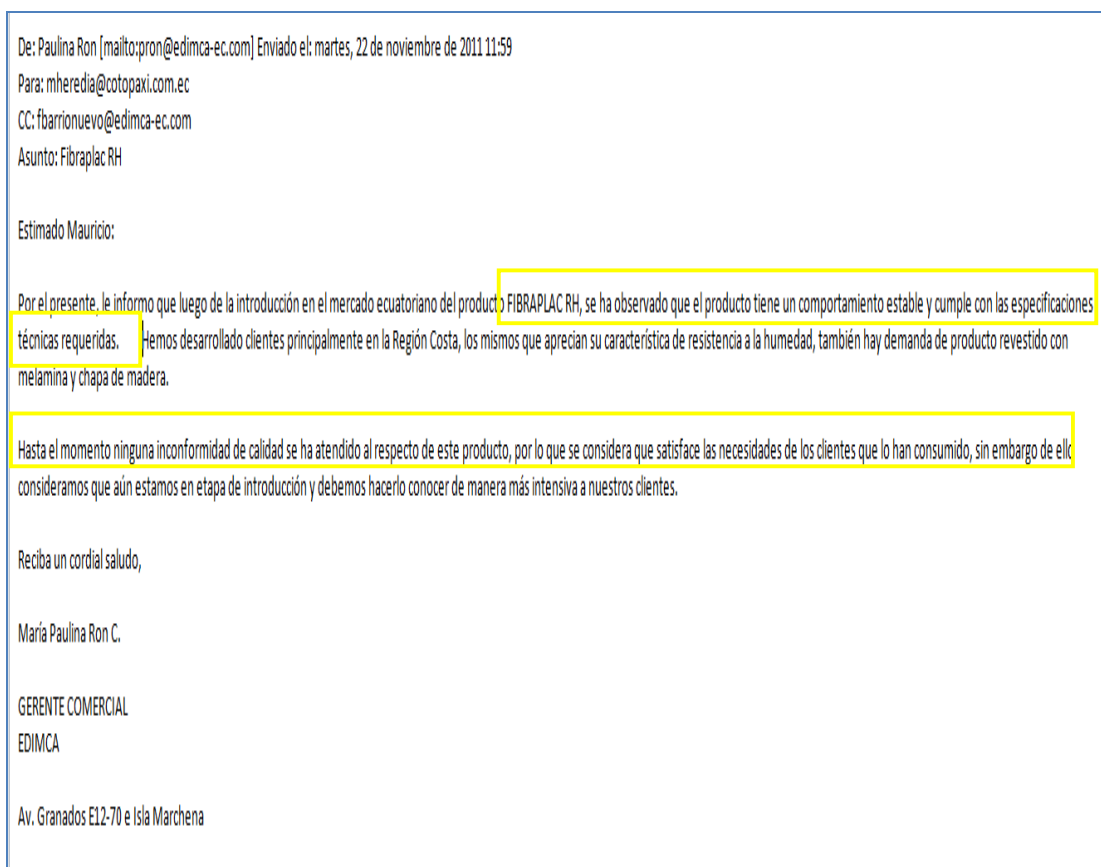


Figura 9 Reporte de satisfacción del cliente en Ecuador sobre la calidad del nuevo producto MDF resistente a la humedad

Los fabricantes de muebles requieren siempre más de un espesor para sus diseños, no pueden ensamblar un inmobiliario con un solo espesor de tablero, esto por temas técnicos y económicos. Disponer de espesores delgados y gruesos es lo esperado por los clientes, entonces, al haber ya validado la conformidad del nuevo producto Fibraplac RH 15mm, las variables de proceso definidas para este producto sirvieron para aplicar una relación de equivalencia técnica hacia el resto de espesores del portafolio, no fue entonces necesario un análisis y diseño específico para cada espesor. Aquí cabe indicar que esto no es nuevo para el proceso productivo de MDF, ya en otro proyecto anterior, aplicando la metodología Seis sigma, una vez encontrada las condiciones robustas en el diseño de experimentos (solo para productos dentro del Pareto),

se hizo una réplica al resto de espesores aplicando la equivalencia técnica tal cual se indica ahora, los resultados fueron muy favorables.

Aplicando este método, se consiguió entonces producir tableros Fibraplac RH en los siguientes espesores que son “complementarios” al de 15mm diseñado: 4mm, 6mm, 9mm, 12mm, 18mm, 25mm y 30mm y cumplieron con la normativa internacional definida para estos productos. Partiendo del hecho que se aplicó un método técnico- científico para su producción, que fueron validados sus propiedades físico mecánicas en laboratorio Cotopaxi (cumplen norma internacional), no fue necesario enviar a validar donde el cliente estos espesores complementarios ya que el cliente (de experiencias anteriores), los percibirá similar al producto principal que él ya lo validó (Fibraplac RH 15mm),

3.13 Diseño final del nuevo producto

3.13.1 Especificaciones técnicas del nuevo diseño

Aglomerados Cotopaxi S.A tiene implantado en su planta industrial el sistema de gestión de calidad ISO 9001-2008, como parte de aquello, fue necesario incluir las nuevas variables de proceso y producto de este nuevo diseño a su cuadro de Especificaciones técnicas (ver cuadro 41), además, como política interna de la empresa, todo proyecto de diseño que haya sido validado, requiere de un entregable, un resumen de las condiciones técnicas resultantes del estudio, que deje constancia de lo alcanzado y sustente la estandarización

Cuadro 41

Resumen de especificaciones técnicas para tableros MDF- RH resistentes a la humedad Aglomerados Cotopaxi S.A

ESPECIFICACIONES PARA TABLERO RH MDF									
Prueba	Resina	Espesor	Producto	Flexion	Tracción	Tornillo	Densidad	Hin. 24 h EN 622-5	Humedad
Nº	Tipo	mm	Tipo	Kg/cm2	kg/cm ²	kgf	kg/m ³		%
ESPECIFICACION COTOPAXI	MUF	4	FP	>o= 400	≥ 8.0	x	800 ± 6%	< 30	5 - 11
		6		>o= 350		x	750 ± 6%	< 18	5 - 11
		9		>o= 300		x	700 ± 6%	< 12	5 - 11
		12		>o= 270	≥ 7.5	x	620 ± 6%	< 10	
		15				≥ 95		< 10	5 - 11
		18						5 - 11	
		25				≥ 60		5 - 11	
		30		>o= 250	≥ 6.0	≥ 60	< 7	6 - 11	

Como un complemento a lo estudiado, se procedió a comparar las características físicas – mecánicas del nuevo diseño tablero MDF RH respecto al actual tablero que se comercializa en el mercado, el tablero de partículas aglomeradas RH, considerando que este último actualmente es el referente de calidad para el cliente. Se compararon tableros ACO 15 y 19mm (partículas aglomeradas RH de 15 y 19mm) con tableros MDF RH de 15 y 18mm. Los resultados fueron favorables al nuevo diseño MDF RH. Ver Figura 10.

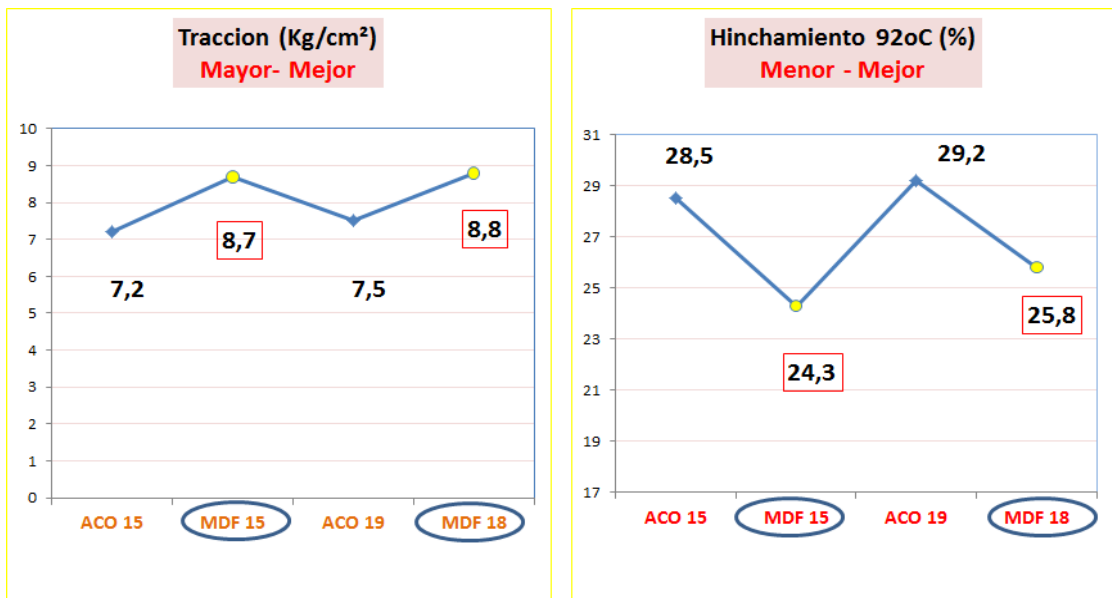


Figura 10 Comparación de dos propiedades físicas mecánicas (tracción e hinchamiento) entre tableros MDF RH y tableros de partículas aglomeradas RH

Una vez concluido el diseño, desarrollo y validación del nuevo producto MDF resistente a la humedad, el departamento de Marketing lo incluyó en su campaña publicitaria de “productos nuevos” en Ecuador y Colombia como se lo presenta en la Figura 11 para empezar la comercialización.



Figura 11 Imagen publicitaria del nuevo producto MDF RH

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo de diseñar un tablero MDF que sea resistente a la humedad (RH) para la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A aplicando la metodología QFD
- La valoración de las propiedades físicas mecánicas realizadas a los tableros RH superaron los valores definidos en la Norma europea DIN-EN 622-5, siendo la tracción 53% más alto, la flexión 21%.más, la resistencia al tornillo 25% más y el hinchamiento 16% menos. Esto se convierte en una ventaja para el nuevo diseño ya que estos “excesos” en valores son directamente proporcionales a la calidad y robustez del tablero, entonces son fácilmente percibidos por los clientes
- Tomando como referencia las variables de proceso y producto validadas para los tableros de 15mm RH, se pudo hacer una réplica técnica hacia el resto de espesores del portafolio comercial de Aglomerados Cotopaxi S.A, alcanzado resultados igual de satisfactorios, tanto en cumplimiento de normativa DIN –EN 622-5 como en satisfacción del cliente
- El producto nuevo tuvo buena aceptación por parte de los clientes tanto en Ecuador como en Colombia, la única oportunidad de mejora reportada fue la intensidad de coloración del tablero, esta que fue fácilmente solucionada reduciendo un 15% la cantidad de colorante aplicado
- El nuevo tablero MDF- RH, según los análisis físico –mecánicos realizados, superó en características técnicas al tablero de partículas (tablero tipo aglomerado) que está en el mercado

- Los tableros MDF RH no redujeron su espesor nominal, esto técnicamente indica que tiene una excelente cohesión interna y estabilidad dimensional, garantiza con esto: ruteo sin fibra expuesta, buen agarre en la inserción del tornillos y bisagras, superficies no ásperas, consumo de selladores y lacas no excesivos
- La casa de la calidad permitió determinar con claridad las necesidades de los clientes respecto al nuevo diseño así como recibir retroalimentación de la percepción de calidad que ellos (clientes) tienen de Aglomerados Cotopaxi S.A y de la competencia (empresa Masisa), estas dos variables fueron fundamentales para conseguir el nuevo diseño
- Como un aporte al sistema de gestión de calidad de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, al terminar este proyecto, se entregó en documentación digital todo el desarrollo de la metodología QFD para el diseño de un nuevo producto, esto servirá como base y texto de consulta para futuros nuevos diseños

4.2 Recomendaciones

Generales

- Antes de empezar una producción de MDF RH, se deberá asegurar que la tubería y boquilla de aplicación del colorante verde no estén obstruidas para evitar tener que desacoplar este sistema
- Planificar la producción de tableros MDF RH de manera que coincida con el día asignado para la limpieza programada de la línea de producción, así se aprovechará ese tiempo para no afectar las horas disponibles
- Una vez terminada la producción de tableros MDF RH se necesitará limpiar los sistemas de transportes de fibra, esto es necesario para evitar afectaciones a la calidad del tablero MDF estándar porque se contaminaría con material de color verde presente en los sistemas de transporte de fibra, esta limpieza tomará aproximadamente 10 minutos
- Capacitar al personal del área comercial sobre las características técnicas y formas de usos de los tableros MDF RH para que ellos a su vez puedan asesorar a sus clientes y con esto evitar problemas de calidad por un mal uso del nuevo producto
- Es necesario seguir de manera estricta la metodología QFD durante todo el proceso de diseño de un nuevo producto, así se evitará omisiones involuntarias especialmente de ciertas características de calidad que más adelante pudieran repercutir en el resultado final esperado

Técnicas

- Instalar válvulas y tuberías independientes para transportar el colorante desde los tanques de almacenamiento hacia el punto de aplicación, actualmente se está usando el mismo sistema de dosificación de la urea

- Es necesario mejorar (automatizar) el actual sistema de preparación y aplicación del colorante verde en la línea de producción para de esta manera poder reducir el tiempo que se pierde (paro de máquina) en la producción de tableros MDF RH
- Como una prueba complementaria a la indicada por la norma DIN EN 622-5, se debe aplicar el método rápido de validación de hinchamiento en los tableros MDF RH, que consiste en someter a una muestra de tablero a inmersión en agua hirviendo por el lapso de una hora y posteriormente registrar su hinchamiento, en espesores de 12,15 y 18mm, se espera que el valor de hinchamiento no supere el 30%

Glosario de términos

Catálisis: Es la velocidad en la reacción química de la resina producida por la presencia de un catalizador

Catalizador: Producto químico que al entrar en contacto con el adhesivo o resina, acelera su fraguado, a este proceso se lo conoce como catálisis

Colchón: fibra de madera encolada que al salir de la formación conforma una figura rectangular que contienen gran cantidad de masa de aire por lo que su contextura es suave

Equilibrio higroscópico: cuando la humedad contenida en la madera adquiere un estado de estacionamiento luego de recibir o entregar humedad en función de la temperatura del ambiente

Fibra de madera: Cada una de las células alargadas que permite el sostenimiento de una planta

Granulometría: clasificación de una muestra de partículas de madera en base a su tamaño y geometría en un ordenado sistema de tamices de diferente abertura de malla

Hinchamiento y Absorción: Es una simulación en condiciones extremas controladas (tiempo y temperatura del agua) donde se somete a una muestra de MDF a una inmersión total en agua, luego de esto se mide tanto del espesor como de peso final, los valores máximos de estas características están definidas en las normas internacionales

Humedad: contenido de agua de constitución de la madera y/o agua libre sujeta a eliminación por medios físicos

Lijado: Acabado superficial de las caras del tablero, utilizando abrasivos minerales

Parafina: derivado del petróleo en estado sólido que, al ser aplicado a la fibra de madera, posterior a su dilución, genera una cierta resistencia a la humedad del ambiente

Prensado: operación que bajo la influencia de presión y temperatura termina consolidando la transformación de una manta de fibra de madera en un tablero MDF

Pruebas físicas-mecánicas: Ensayos destructivos de laboratorio en los que se le somete a las muestras o probetas de tableros a esfuerzos físicos controlados

Resina MUF: Adhesivos del tipo Melamina-Urea-formol, su contenido de melamina lo hace altamente resistente a la humedad por lo que se lo usa en la fabricación de tableros RH

RH: siglas que representa que un tablero de partículas es resistente a la humedad

Ruteo: Acción de generar cortes o desbastes en la madera por medio de fresas

Tableros MDF: conformado por fibras de madera provenientes de trozas a través de un proceso termo mecánico denominado “desfibrado”, éstas son aglutinadas mediante el uso de adhesivo y luego compactadas en prensas con presión, temperatura y en un tiempo determinado (ciclo)

Tablero MDF hidrófugo (RH): Tablero que tiene en su constitución, sustancias químicas que dan resistencia parcial a una alta humedad del ambiente.

Tarima: Tableros MDF agrupados en paquetes cuyas cantidades son previamente establecidas y dependen el espesor

Tracción Interna: Es la medida de la cohesión o enlace interna entre partículas ó fibras, este valor dependerá en gran medida de la concentración de sólidos de la resina que se ha dosificado sobre las partículas de madera o

fibras. Las muestras son sometidas a un ensayo de fuerzas opuestas perpendiculares al eje

Trozas: corresponde al tronco del árbol

Bibliografía

Composite Panel Association. (2001). MDF from start to finish. USA: CPA.

De Moura, E. (2005). Cerificación Black Belt six sigma. Material didáctico Qualiplus . Brazil.

Feedback Networks Technologies (2013), Calcular tamaño de la muestra correcta, feedback network, ,Recuperado el 11 de 2015, :
<http://www.feedbacknetworks.com>

Gestión de Calidad Total. (s.f.). Sistemas y Aplicaciones de la Gestión de Calidad en las Empresas Recuperado el 07 de 2015, de:
<http://www.gestiondecalidadtotal.com/index.html>

Interquimec Akzo Nobel. (2012). Resina MUF M10. Quito.

Manzanera, J. (2010). Técnicas de aseguramiento de la calidad. QFD Ecuador 2010, diapositivas Power Point . México.

Melendez, S. (2005). de Despliegue de calidad QFD. Recuperado de:
http://www.gestiondecalidadtotal.com/casa_de_la_calidad.html.

Asociación Latinoamericana de QFD. (2002). Qué es el QFD. Obtenido de
<http://www.qfdlat.com>

Standardization. (8 de 1997). EN 622 5, Fiberboards - Specifications - Part 5: Requirements for dry process boards. Norma técnica Europea EN 622 5 . Brussels.

Tamayo, F., & Gonzales, V. (1994). Descifrando el Despliegue de la función de Calidad. México. Obtenido de Que es el QFD
<http://es.slideshare.net/InnovacionSistematica/que-es-elqfd1>

Yacuzzi, E. (s.f). QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos. Obtenido de Universidad de CEMA. Argentina

www.ucema.edu.ar/publicaciones/documentos

Yacuzzi, E., & Martín, F. (2002). Aplicación del método de KANO en el diseño de un producto farmacéutico. Obtenido de Universidad de CEMA. Argentina

www.ucema.edu.ar/publicaciones/documentos/224.pdf