

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería  
Industrial**

**“Propuesta para la mejora de la distribución de planta  
en la empresa Muebles Ortiz, S.A.”**

**AUTORA**

**Lilliana Jazmín Cubero Arias**

**TUTOR**

**Ing. Óscar Díaz Alvarado**

**SAN JOSÉ COSTA RICA, NOVIEMBRE, 2017**

## RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación ha sido titulada “Propuesta para la mejora de la distribución de planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A.”, debidamente justificada por los problemas que tiene hoy en día la empresa con el ordenamiento de los procesos y de sus actividades. La investigación es realizada bajo un enfoque cuantitativo y con un diseño de tipo descriptivo y explicativo.

Con el estudio de su distribución física se determinó que el proceso no tiene actualmente un orden secuencial, lo que genera largas distancias de recorrido. En total se transitan 88,5 metros para lograr completar un mueble (sin contar reprocesos). A lo largo de un día, estas distancias implican la pérdida de hasta una hora con cincuenta y cinco minutos en traslados innecesarios por operación, según los resultados obtenidos de un muestreo realizado.

Se comprobó la existencia de grandes cantidades de reprocesos ocasionados principalmente por la inadecuada distribución de planta, seguidos de un mal corte de las piezas y por la falta de entendimiento de los planos por parte de los operarios. Solamente en el mes de setiembre, el 26% de las piezas producidas tuvieron que volver a ejecutarse, incurriéndose en el uso de 123 horas adicionales al proceso. Asimismo, en la pérdida de un 46% de material (melamina y tapeta). Esto ha provocado el pago de ¢5 702 359 en horas extra en los primeros seis meses del año, con la afectación correspondiente de sus índices de productividad, puesto que entre más horas trabajan, más bajos resultan dichos indicadores.

Luego del análisis de los problemas encontrados con su distribución de planta, se presenta dos propuestas. La primera enfocada a la ampliación de sus instalaciones contemplando planes de expansión; y la segunda estableciendo mejoras en el espacio disponible actualmente. Para ambos escenarios, se tendrá que poner en práctica un programa llamado SOL (Seguridad, Orden y Limpieza), basado en la metodología de las 5S. Se propone además, instruir a los operarios de diseño y corte-etiquetado en el adecuado cumplimiento de sus procedimientos y llevar controles que permitan monitorear constantemente los puntos críticos del proceso.

Al aplicar estos cambios, se estima un aumento de la productividad de un 26.17%. La implementación del proyecto ha sido planeada para un máximo de ocho meses. Siendo la inversión inicial de ¢34 629 864 si se amplía la planta y de ¢22 629 864 al conservar las instalaciones actuales.

## CONTENIDOS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
OBJETIVOS .....	24
Objetivo general.....	24
Objetivos específicos .....	24
JUSTIFICACIÓN .....	25
ANTECEDENTES .....	26
PROYECCIONES .....	26
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	28
DIAGRAMA DE FLUJO .....	29
DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	30
DIAGRAMA DE PARETO.....	30
PRODUCTIVIDAD .....	33
Productividad parcial .....	33
PLANEACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	35
Distribución de planta.....	35
Principios básicos de una distribución de planta .....	36
Factores que afectan la distribución de planta .....	37
Tipos de distribución de planta .....	38
Análisis producto-cantidad .....	38
Flujo de materiales.....	39
Diagrama de-hacia. ....	39
Relación entre actividades. ....	41

Diagrama relacional de recorridos y/o actividades.....	42
Diagrama relacional de espacios.....	44
Maqueta. ....	45
Factores influyentes y limitaciones prácticas .....	45
Factores influyentes. ....	45
Limitaciones prácticas. ....	46
PREPARACIÓN EN DETALLE DEL PLAN.....	46
Generación de alternativas, evaluación y selección.....	46
Evaluación de factores o criterios.....	47
Comparación de los costes y justificación.....	48
Valor actual neto (VAN).....	48
Tasa interna de rentabilidad (TIR).....	49
Relación beneficio-costo.....	49
5S .....	50
Diagrama de Gantt .....	50
INSTALACIÓN .....	51
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	52
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
DISEÑO (ALCANCE).....	52
MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	53
VARIABLES .....	54
INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS .....	57
Cinta métrica.....	57
Observación directa .....	57

Registros históricos.....	58
Informes.....	58
Muestreo.....	58
Lluvia de ideas.....	59
PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
MÉTODO DE ANÁLISIS.....	61
Diagramas ingenieriles.....	61
Microsoft Visio.....	61
Microsoft Excel.....	61
Minitab.....	62
Porcentajes de variación.....	62
PRESUPUESTO.....	62
CRONOGRAMA.....	63
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	66
DIAGRAMA DE FLUJO.....	67
ANÁLISIS DE HORAS EXTRA.....	70
MUESTREO DE PIEZAS REPROCESADAS.....	76
Diagrama de Ishikawa.....	76
Diagrama de Pareto.....	78
CÁLCULO DE PRODUCTIVIDADES.....	82
Productividad parcial de la mano de obra.....	82
Productividad parcial de la maquinaria.....	84
Productividad parcial de los materiales.....	85
UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLP.....	86

Principios básicos de distribución de planta .....	86
1. Principio de la integración de conjunto.....	87
2. Principio de la mínima distancia recorrida.....	87
3. Principio de la circulación o flujo de materiales. ....	87
4. Principio del espacio cúbico.....	87
5. Principio de la satisfacción y de la seguridad. ....	88
6. Principio de la flexibilidad.....	89
Factores que afectan la distribución de planta .....	89
1. Factor material.....	89
2. Factor maquinaria.....	91
3. Factor hombre. ....	92
4. Factor movimiento. ....	93
5. Factor espera. ....	93
6. Factor servicio.....	93
7. Factor edificio. ....	95
8. Factor cambio.....	95
Análisis PQ .....	95
Análisis del flujo de materiales.....	97
Diagrama de-hacia. ....	99
Análisis de muestreo de distancias recorridas. ....	101
Diagrama matriz. ....	103
Diagrama relacional de actividades. ....	105
Diagrama relacional de espacios.....	110
Maqueta. ....	114

Factores influyentes y limitaciones prácticas .....	115
Factores influyentes. ....	115
Limitaciones prácticas. ....	115
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES .....	117
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA .....</b>	<b>118</b>
PLANTEAMIENTOS DE MEJORA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	119
Propuesta número uno .....	119
Propuesta número dos.....	121
PIEZAS PERDIDAS DENTRO DE LA PLANTA (PROGRAMA SOL).....	125
MALA MEDICIÓN DE PIEZAS Y NO ENTENDER LOS PLANOS .....	126
Procedimientos propuestos .....	126
Diagrama de flujo general propuesto.....	130
Puntos críticos de control.....	131
BENEFICIOS ESPERADOS CON LA PROPUESTA .....	132
EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	133
Análisis costo-beneficio.....	133
Costos.....	133
Beneficios. ....	137
Análisis del VAN y TIR .....	138
PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	139
FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO.....	141
Liderazgo .....	142

Comunicación .....	142
Compromiso.....	142
Capacitaciones .....	143
Uso de indicadores.....	143
CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	144
REFERENCIAS.....	146
APÉNDICES .....	148
APÉNDICE A: HOJA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE PIEZAS REPROCESADAS .....	148
APÉNDICE B: BOLETA DE REGISTRO DE DISTANCIAS RECORRIDAS .....	149
APÉNDICE C: RESULTADOS DE MUESTREO DE PIEZAS REPROCESADAS .....	150
APÉNDICE D: RESULTADOS DE LOS PLANOS (MUEBLES) PARA EL MES DE SETIEMBRE.....	154
APÉNDICE E: EJEMPLO DE PLANO PARA UN MUEBLE.....	155
APÉNDICE F: PLANTEAMIENTO A DE MEJORA DE PLANTA.....	156
APÉNDICE G: PLANTEAMIENTO B DE MEJORA DE PLANTA .....	157
APÉNDICE H: BOLETA DE INSPECCIÓN DE PIEZAS MAL CORTADAS .....	158
APÉNDICE I: REGISTRO DE CONTROL DE CAMBIOS .....	159

## TABLAS

TABLA 1: SIMBOLOGÍA DE UN DIAGRAMA DE FLUJO .....	29
TABLA 2: NORMAS PARA EL TRAZADO DEL DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES .....	43
TABLA 3: MECANISMO DE VALORACIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS FACTORES .....	47
TABLA 4: TABLA PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LETRAS A VALORES NUMÉRICOS .....	47
TABLA 5: TABLA DE VARIABLES .....	54
TABLA 6: HISTÓRICOS DE HORAS EXTRA MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	70
TABLA 7: PORCENTAJES DE VARIACIÓN .....	72
TABLA 8: PORCENTAJES DE REPRESENTACIÓN DE HORAS EXTRA.....	73
TABLA 9: HISTÓRICO DE MUEBLES Y HORAS EXTRA .....	73
TABLA 10: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN .....	74
TABLA 11: CAUSAS DE LOS REPROCESOS .....	78
TABLA 12: OPERACIONES CON MÁS AFECTACIÓN DE REPROCESOS.....	80
TABLA 13: INCIDENCIA DEL TIPO DE MUEBLES (PIEZAS) REPROCESADAS .....	81
TABLA 14: CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD PARCIAL MANO DE OBRA .....	82
TABLA 15: DATOS DE LA MAQUINARIA REQUERIDOS PARA PRODUCTIVIDAD PARCIAL .....	84
TABLA 16: CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD PARCIAL- MAQUINARIA.....	84
TABLA 17: CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD PARCIAL DE LOS MATERIALES .....	86
TABLA 18: DATOS PARA EL ANÁLISIS P-Q.....	95
TABLA 19: DESGLOSE DE LA CANTIDAD DE MUEBLES .....	96
TABLA 20: DISTANCIAS RECORRIDAS BASADAS EN LA SECUENCIA DEL PROCESO.....	100
TABLA 21: RESULTADOS DE MUESTREO DE DISTANCIAS RECORRIDAS.....	102
TABLA 22: ANÁLISIS DE MUESTREO DE DISTANCIAS RECORRIDAS.....	102
TABLA 23: RESULTADOS DIAGRAMA DE MATRIZ.....	103
TABLA 24: CARACTERÍSTICAS Y SUPERFICIES MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	113
TABLA 25: SUPERFICIES TOTALES NECESARIAS MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	120
TABLA 26: FACTORES DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	122
TABLA 27: DISMINUCIÓN DE RECORRIDOS CON MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN.....	124
TABLA 28: REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES PARA OPERARIOS DE LA LÍNEA DE COCINA .....	125
TABLA 29: PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS PARA EL PROCESO DE DISEÑO .....	126

TABLA 30: PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS PARA EL PROCESO DE CORTE Y ETIQUETADO .....	128
TABLA 31: PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO DE DISEÑO Y CORTE-ETIQUETADO .....	131
TABLA 32: PROYECCIÓN DE AUMENTO ESTIMADO DE LA PRODUCTIVIDAD .....	132
TABLA 33: COSTOS DE EJECUTAR EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	133
TABLA 34: DESGLOSE DE HORAS INVERTIDAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	134
TABLA 35: TABLA CON COSTOS DE CONTRATACIÓN .....	134
TABLA 36: TABLA DE COSTOS DE CAPACITACIONES Y RECONOCIMIENTOS .....	135
TABLA 37: TABLA CON OTROS COSTOS .....	136
TABLA 38: TABLA RESUMEN DE COSTOS .....	136
TABLA 39: COSTOS Y BENEFICIOS (AMPLIANDO PLANTA-ALQUILER) .....	137
TABLA 40: COSTOS Y BENEFICIOS (SIN AMPLIAR PLANTA) .....	137
TABLA 41: VAN Y TIR CON AMPLIACIÓN DE PLANTA-PROPUESTA 1 .....	138
TABLA 42: VAN Y TIR SIN AMPLIACIÓN DE PLANTA-PROPUESTA 2 .....	139

## FIGURAS

FIGURA 1: MAPA CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO .....	28
FIGURA 2: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	30
FIGURA 3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DIAGRAMA DE PARETO .....	32
FIGURA 4: FÓRMULA DE PRODUCTIVIDAD .....	33
FIGURA 5: FÓRMULA DE LA PRODUCTIVIDAD PARCIAL.....	33
FIGURA 6: ESQUEMA GENERAL DEL SLP .....	34
FIGURA 7: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE-HACIA .....	40
FIGURA 8: EJEMPLO DE DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES .....	42
FIGURA 9: EJEMPLO DE DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS .....	44
FIGURA 10: FÓRMULA DEL VAN.....	48
FIGURA 11: CÁLCULO DE LA TIR CON DESEMBOLSO EN EL MOMENTO 0 .....	49
FIGURA 12: FÓRMULA DEL BENEFICIO COSTO.....	49
FIGURA 13: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE GANTT .....	51
FIGURA 14: PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
FIGURA 15: PORCENTAJES DE VARIACIÓN .....	62
FIGURA 16: PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	63
FIGURA 17: EDT DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
FIGURA 18: DIAGRAMA DE GANTT.....	65
FIGURA 19: ESTRATEGIA DE DIAGNÓSTICO .....	67
FIGURA 20: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	69
FIGURA 21: GRÁFICO DE HORAS EXTRA.....	71
FIGURA 22: GRÁFICO DE VARIACIÓN EN HORAS EXTRA .....	72
FIGURA 23: GRÁFICO DE RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN Y HORAS EXTRA .....	74
FIGURA 24: HIPÓTESIS PARA LA PRUEBA CHI-CUADRADO .....	75
FIGURA 25: PRUEBA DE CHI-CUADRADA .....	75
FIGURA 26: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE PIEZAS REPROCESADAS .....	77
FIGURA 27: DIAGRAMA DE PARETO DE PIEZAS REPROCESADAS .....	79
FIGURA 28: DIAGRAMA DE PARETO DE TIPO DE MUEBLES (PIEZAS) REPROCESADAS .....	81
FIGURA 29: RELACIÓN DE PRODUCTIVIDAD CON HORAS TRABAJADAS .....	83

FIGURA 30: RELACIÓN DE PRODUCTIVIDAD CON HORAS MÁQUINA TRABAJADAS .....	85
FIGURA 31: PLANTA PRODUCTIVA SECCIÓN UNO .....	88
FIGURA 32: PLANTA PRODUCTIVA SECCIÓN DOS .....	88
FIGURA 33: TANQUE DE PEGAMENTO EN SPRAY .....	90
FIGURA 34: MAQUINARIA CON INDICACIONES DE PRECAUCIÓN.....	91
FIGURA 35: PASILLOS OBSTRUIDOS .....	92
FIGURA 36: GRÁFICO PRODUCTO-CANTIDAD.....	96
FIGURA 37: LAYOUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	98
FIGURA 38: DIAGRAMA DE-HACIA.....	99
FIGURA 39: DIAGRAMA DE RECORRIDOS MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	101
FIGURA 40: DIAGRAMA DE MATRIZ - MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	104
FIGURA 41: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES.....	105
FIGURA 42: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES A Y X .....	106
FIGURA 43: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES E.....	108
FIGURA 44: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES I.....	109
FIGURA 45: DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS .....	111
FIGURA 46: MAQUETA DE LA EMPRESA MUEBLES ORTIZ, S.A. ....	114
FIGURA 47: ESTRATEGIA PARA LA PROPUESTA MUEBLES ORTIZ, S.A.....	118
FIGURA 48: DIAGRAMA DE RECORRIDOS PROPUESTO .....	123
FIGURA 49: DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE DISEÑO .....	127
FIGURA 50: DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE CORTE Y ETIQUETADO .....	129
FIGURA 51: DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO.....	130
FIGURA 52: DIAGRAMA DE GANTT PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	140
FIGURA 53: FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO.....	141

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación es efectuada en una organización ubicada en el sector de La Uruca conocida como Muebles Ortiz, S.A. Esta empresa cuenta con trece años en el territorio costarricense durante los cuales ha venido creciendo en la ejecución de proyectos para condominios, residenciales o torres habitacionales. Se dedica a la fabricación e instalación de muebles para diferentes áreas, tales como: cocinas, baños y oficinas. Estos mobiliarios pueden ser elaborados en diferentes alternativas, entre ellas de melamina.

En el primer apartado de este estudio se menciona que pese a que la empresa cuenta con una amplia trayectoria, la distribución de sus instalaciones y el acomodo secuencial de cada uno de sus procesos productivos se ha venido saliendo de las manos. Esto ocasiona diarios y constantes reprocesos que terminan afectando su productividad. Y consecuentemente favoreciendo el incremento de atrasos de producción que son solventados con el pago de horas extras que representan hasta más de trecientos mil colones mensuales. Cabe destacar que a pesar de dichas demoras el producto siempre es entregado al cliente bajo las condiciones y el tiempo requeridos.

El segundo capítulo define todo el marco teórico sobre el cual es sustentado el problema y los objetivos planteados que serán la base del estudio. Así como cada una de las herramientas a utilizar y ciertos conceptos básicos que forman parte del proceso analizado. Seguidamente, se encuentra el marco metodológico, el cual es de gran relevancia porque define cada uno de los procedimientos a seguir para la solución oportuna del problema propuesto. Además, plantea cuál debe ser el origen de los datos, dónde recolectarlos, qué instrumentos de medición usar y cuáles son las variables a considerar.

Posteriormente, en la cuarta sección se profundiza el problema trazado por medio de la aplicación de herramientas ingenieriles. Y se presenta todo el análisis de la investigación del proceso productivo de la empresa. Se hace un muestreo y se determina el nivel de productividad actual. Una vez ejecutado este proceso de una manera objetiva, se brindan las conclusiones y recomendaciones pertinentes que buscan una mejora de la distribución de planta de Muebles Ortiz, S.A., que influiría en una disminución en la cantidad de reprocesos que hoy día se generan. Consecuentemente viéndose reflejado en el decrecimiento del pago de horas extra a sus operarios.

Finalmente, se procede a realizar la propuesta final, la cual indicará cuáles son los siguientes pasos por seguir por parte de la empresa para la mejora de su situación actual. Esta idea es soportada por análisis económicos como lo es el beneficio-costo, en el cual se da a conocer la inversión inicial de la oferta, los costos en los que se deberá incurrir y por supuesto, las ventajas que se obtendrán como parte de su puesta en marcha. Asimismo, por medio de la tasa interna de retorno se conocerá si efectuar la inversión es rentable para la organización.

### **Planteamiento del Problema**

Muebles Ortiz, S.A., se encuentra ubicada en La Uruca y sus puertas fueron abiertas en territorio costarricense a partir del año 2004 por su propietario Guillermo Ortiz. Posteriormente, sus hijos Sergio, David, Carlos y Patricia han ido sumándose a su labor del día a día. Brindan servicios de construcción de muebles para oficinas, baños y cocina de forma personalizada y en diferentes materiales, estilos y colores. Con el paso de sus trece años, la fabricación de muebles ha venido incrementando y no solo para clientes esporádicos; sino también, han tomado gran renombre como parte de la construcción de proyectos habitacionales.

Dado a ese crecimiento, la empresa ha tenido que instalar nueva maquinaria que le permita aumentar su capacidad de producción, ha tenido que contratar más personal y se ha venido perdiendo el control de ciertas situaciones como lo es la distribución de la planta. Se observa que el personal tiene que recorrer diariamente largas distancias en cada una de las etapas de la elaboración de los muebles. No existen zonas demarcadas para cada proceso ni un flujo secuencial, trayendo esto consigo reprocesos, atrasos de producción, grandes pérdidas de material que se va acumulando y a su vez, quitando espacio.

Producto de las demoras de producción, se ha tenido que incurrir en el frecuente pago de horas extra de hasta ₡361 188 como mínimo para poder concretar los pedidos, según un reporte brindado por la empresa. Cabe destacar que pese a las demoras de producción que son generadas, los muebles siempre son entregados al cliente en las condiciones pactadas. Sin embargo, lo descrito anteriormente no deja de ser una lucha de todos los días para la empresa, por lo que se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo mejorar la distribución de la planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A., mediante el análisis detallado de su situación actual, para aumentar la productividad?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Proponer una mejora en la distribución de la planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A. mediante el análisis detallado de su situación actual, para aumentar la productividad.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la distribución de planta y la productividad actual de la empresa Muebles Ortiz, S.A.
- Cuantificar el impacto de una inadecuada distribución de planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A. en términos de horas extra y reprocesos.
- Demostrar un aumento de productividad esperado de al menos un 20% con las mejoras propuestas.

- Determinar el beneficio-costo que puede lograrse con la implantación de las propuestas.

### **Justificación**

Una adecuada distribución de planta independientemente del tipo de negocio que sea, su dimensión y la cantidad de recursos que se relacionan entre sí, trae de la mano una serie de ventajas que son fácilmente notorias. Como lo es, por ejemplo, la disminución de recorridos entre las distintas actividades, la utilización efectiva de las áreas de trabajo. Es decir, que no existan zonas completamente vacías y otras totalmente conglomeradas, condiciones de trabajo idóneas para cualquier persona, áreas de espacio demarcadas, rutas de evacuación, entre otros.

Lo anterior mencionado, aunado a una disminución de desperdicios (ya sea pérdida de material o pago de horas extra), es parte de lo que se pretende lograr en Muebles Ortiz, S.A., ya que al visitar por primera vez la planta, se observa que los colaboradores no siguen un flujo continuo para la realización del producto, sino que efectúan traslados muy grandes, que al final se representan constantes dilemas para poder entregar el producto terminado a los clientes.

No existen zonas demarcadas y esto ha traído consigo que los operarios desconozcan en qué área colocar cada pieza en proceso, cada desecho, cada materia prima o cada producto terminado. Sino que simplemente se va acumulando en el espacio que este vacío en ese determinado momento. Lo que dificulta en ocasiones el tránsito del personal y aumenta el riesgo de accidentes laborales.

Por otra parte, al encontrarse laborando bajo un ambiente desordenado, la motivación de los colaboradores y su concentración se ve afectada, por ende, se genera gran cantidad de productos defectuosos que posteriormente deben ser reparados. Como parte de los reprocesos que se generan, el personal pierde gran parte de su jornada laboral en esta actividad y, a su vez, por estar laborando en áreas muy distantes aprovechan para conversar entre compañeros, aportando consigo demoras en producción.

Con la realización de la presente investigación, se pretende mitigar esta situación y efectuar una mejora de planta basado en los principios de espacio cúbico, integración en conjunto, mínimas distancias recorridas, circulación de materiales, satisfacción, seguridad y de flexibilidad.

### **Antecedentes**

Cabe destacar que en la empresa nunca se han realizado estudios relacionados con temas de ingeniería industrial, por ende, no ha habido investigaciones previas de distribución de planta. A continuación se mencionan los antecedentes encontrados en Muebles Ortiz, S.A.:

- No existe una eficiente distribución en su planta productiva ubicada en la Uruca, ni se da una adecuada interrelación de recursos, sean estos, maquinaria, material y mano de obra.
- Se evidencia una carencia de zonas demarcadas y rutas de evacuación. Hay áreas que son intransitables, y están rodeadas de material de desecho; mientras que hay otras secciones completamente vacías. Pese a que el área de trabajo es bastante grande, su espacio no es utilizado correctamente.
- Se conoce actualmente que día a día gran cantidad de desperdicio es generado producto de los re-trabajos hechos por los colaboradores. Sin embargo, no se tiene una magnitud de cuánto representan ni el origen de sus causas.
- Debido a los malos flujos dentro de las instalaciones, se forman grandes reprocesos diarios que atrasan su producción y constituyen en el pago de horas extra, que hasta la fecha, no se ha cuantificado su dimensión numéricamente.

### **Proyecciones**

Para efectos de esta investigación, se visualizan los siguientes aspectos:

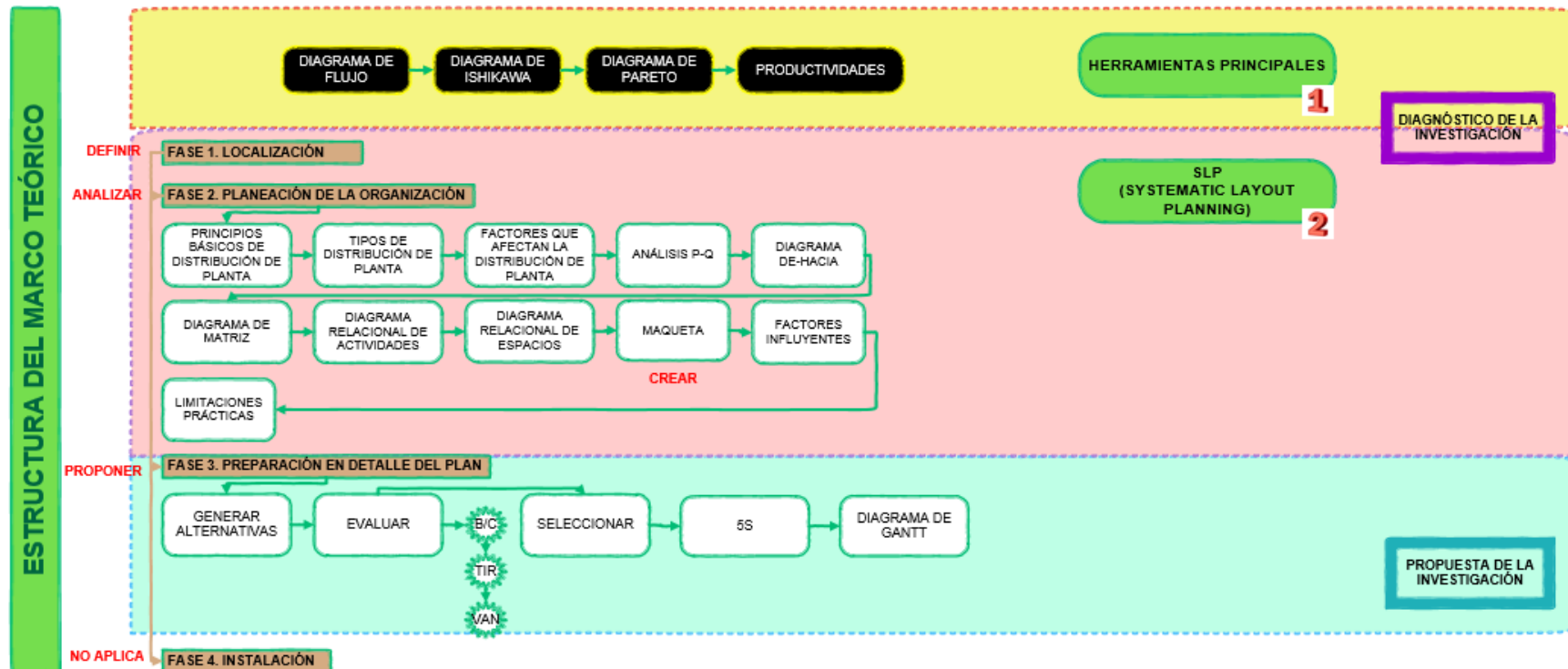
- 1) Un estudio del layout actual de la planta productiva de la empresa, que permita la búsqueda de áreas de mejora.
- 2) Se espera cuantificar en términos monetarios cómo se ve afectada la organización al incurrir en el pago de horas extra con gran frecuencia.

- 3) Como parte de la propuesta, se pretende entregar a la empresa una mejora de la distribución de su planta de producción que cumpla con los principios básicos, tal como aprovechamiento de su espacio cúbico y la flexibilidad a cualquier eventual cambio futuro.
- 4) Se entregará una estimación del incremento de productividad esperado con la puesta en marcha de las propuestas.
- 5) Finalmente, se aspira la entrega de dicha mejora junto a un análisis de costo-beneficio, el cual evidencie que la propuesta es viable económicamente y que realmente traerá grandes ventajas a la empresa.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta un respaldo de la teoría que va a fundamentar el proyecto con base al problema y los objetivos que han sido formulados. Girará en torno a una metodología muy utilizada para evaluar el problema en estudio conocida como SLP y se detallará en cada una de sus fases los diferentes procedimientos que comprende y que serán aplicados al proyecto. Además, se agregarán otras herramientas ingenieriles que si bien no forman parte del método como tal, servirán para analizar por completo la situación actual de la empresa. Para dar inicio, en la Figura 1 se resumen los términos a señalar en este apartado.

**Figura 1: Mapa conceptual del marco teórico**



Nota: Lilliana Cubero Arias

Antes de empezar a indagar en los puntos más específicos acerca del SLP, el proyecto se introducirá desde lo más fundamental con una serie de herramientas que brindarán un panorama general de cómo se encuentra la empresa hoy en día. De esta manera, el diagrama de flujo, Ishikawa, Pareto y cálculos de productividad sentarán la base para ir encontrando secciones de mejora. Los mismos son descritos a continuación:




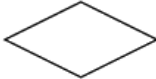



### Diagrama de flujo

Para Gutiérrez (2010) esta herramienta es:

Una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso. Por medio de este diagrama se ve en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; es de especial utilidad para analizar y mejorar el proceso (pp.199-200).

Este instrumento de análisis, está basado en una simbología específica para cada actividad, tal y como se puede apreciar en la Tabla 1.

**Tabla 1: Simbología de un diagrama de flujo**

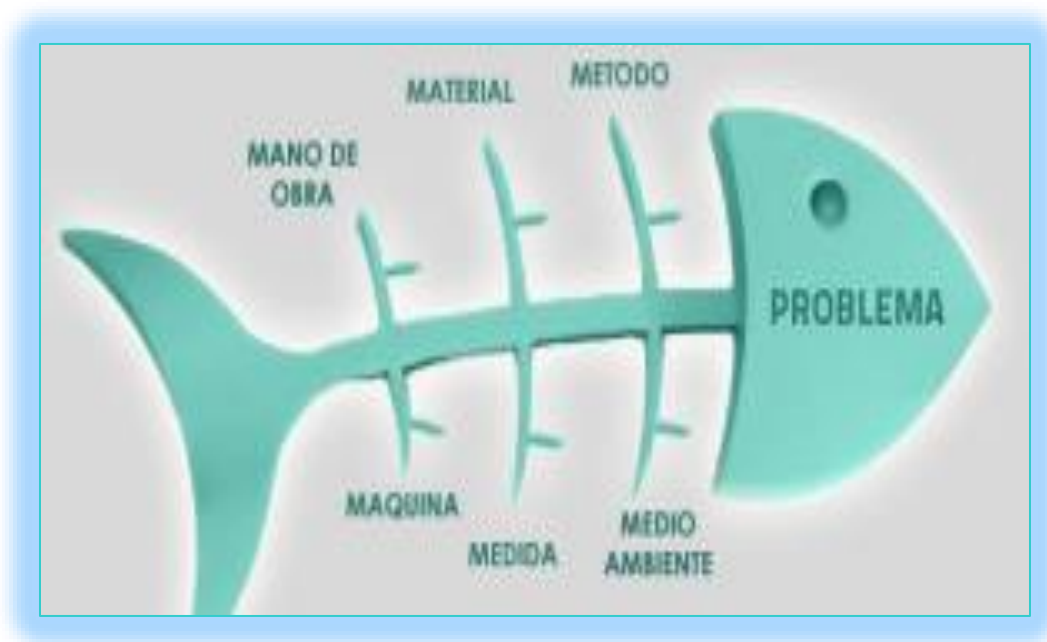
SIMBOLO	REPRESENTA
	Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo, puede ser acción o lugar, además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa un documento en general que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más alternativas.
	Archivo. Indica que se guarda un documento en forma temporal o permanente.
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.

**Nota: International Organization for Standardization (ISO)**

### Diagrama de Ishikawa

Un diagrama de Ishikawa es una herramienta usada una vez establecido y delimitado un problema importante. Consiste en un método gráfico en el que se define con claridad la relación que existe entre el problema en estudio, es decir, el efecto y las causas que lo desarrollan. Clasifica las causas según las 6M, siendo estas: máquina, materiales, método de trabajo, mano de obra, mediciones y medio ambiente (Gutiérrez, 2010, p.192). En la Figura 2 se aprecia la estructura que se debe seguir para la creación de este tipo de diagrama:

**Figura 2: Ejemplo de diagrama de Ishikawa**



**Nota: Manuel Henríquez**

### Diagrama de Pareto

Bonet (2005) define la Ley de Pareto como:

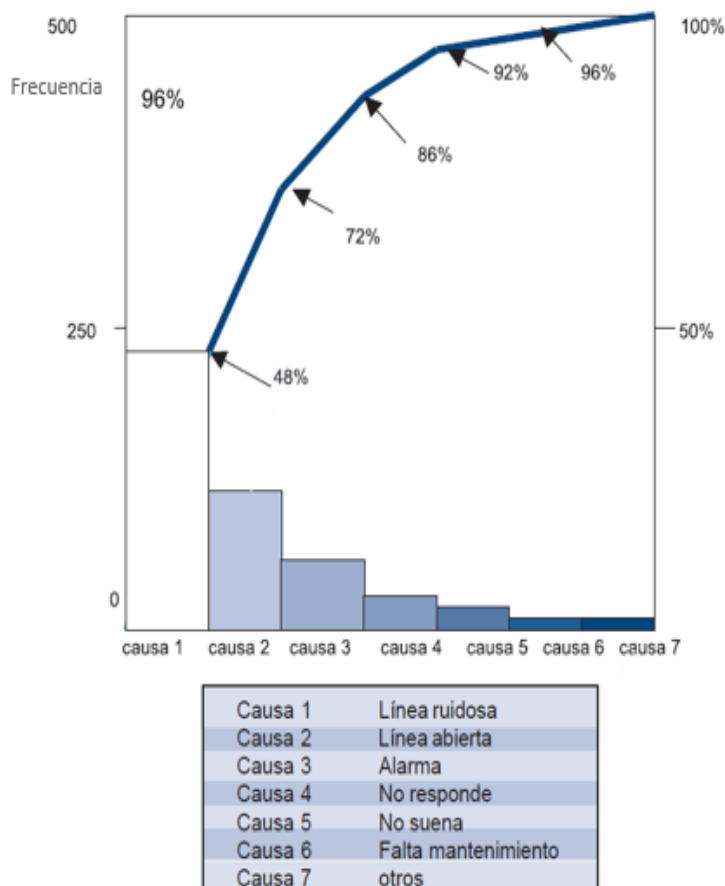
Una herramienta de calidad y [sic] plantea “En cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son”. También se conoce como Ley 20 – 80 ⇒ El 20% de la población es la que provoca el 80% de los problemas. Hay que buscar el 20% de los rubros que más influyen o quienes provocan el 80% de los problemas (p.2).

Un diagrama de Pareto, según el UNIT (2009) está conformado por una serie de etapas a seguir, que son declaradas en las próximas líneas:

- Se selecciona los elementos por estudiar.
- Se selecciona la unidad de medición para el análisis, por ejemplo: cantidad de sucesos, costos u otra medición de impacto.
- Se selecciona el período de tiempo en que se va a analizar los resultados obtenidos.
- Se hace un listado de los elementos desde la izquierda hacia la derecha sobre el eje horizontal, de modo que disminuya la magnitud de la unidad de medición. Las categorías que contienen los elementos menores pueden combinarse en una categoría denominada «otros». Esta categoría se coloca en el extremo derecho del eje.
- Se construye dos ejes verticales, uno en cada extremo del eje horizontal. La escala del eje izquierdo debería estar calibrada en la unidad de medición y su altura debería ser igual a la suma de las magnitudes de todos los elementos. La escala sobre el eje derecho debe tener la misma altura y calibrarse de 0 a 100%.
- Se dibuja, encima de cada elemento, un rectángulo cuya altura representa la magnitud de la unidad de medición para ese elemento.
- Se construye la curva de frecuencia acumulada, sumando las magnitudes de cada elemento, de izquierda a derecha.
- Se usa el diagrama de Pareto para identificar los elementos más importantes para la mejora de la calidad (pp.29-30).

En la Figura 3 se presenta un ejemplo de cómo debería lucir un diagrama de Pareto para priorizar las causas de un problema, con base en las descripciones anteriores:

**Figura 3: Representación gráfica del diagrama de Pareto**



**Nota: Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)**

Existe un indicador clave para sustentar el diagnóstico de la investigación; como ha sido formulado en los objetivos específicos, se estudiarán los índices de productividad actuales para ver cómo una inadecuada distribución de planta está incidiendo sobre ellos. Dado a que de los resultados de la productividad total no pueden tomarse decisiones con profundidad, lo que se aplicarán son productividades parciales. De seguida, se parte definiendo el concepto de productividad y productividad parcial, así como su forma de calcularlo.

## Productividad

Gutiérrez (2010) establece que la productividad tiene que ver con:

Los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc [sic] (p.21).

La anterior expresión, puede verse representada de la siguiente manera en la Figura 4:

### Figura 4: Fórmula de productividad

$$\frac{\text{Producción total}}{\text{Insumos totales}}$$

**Nota: Jiménez, Delgado y Gaona**

### Productividad parcial

La productividad parcial, se observa de forma resumida y sencilla en la Figura 5 y según los anteriores autores; Jiménez *et al.* (2001) "...es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo, por ejemplo, la productividad del trabajo (el cociente de la producción entre la mano de obra) es una medida de productividad parcial" (p.82).

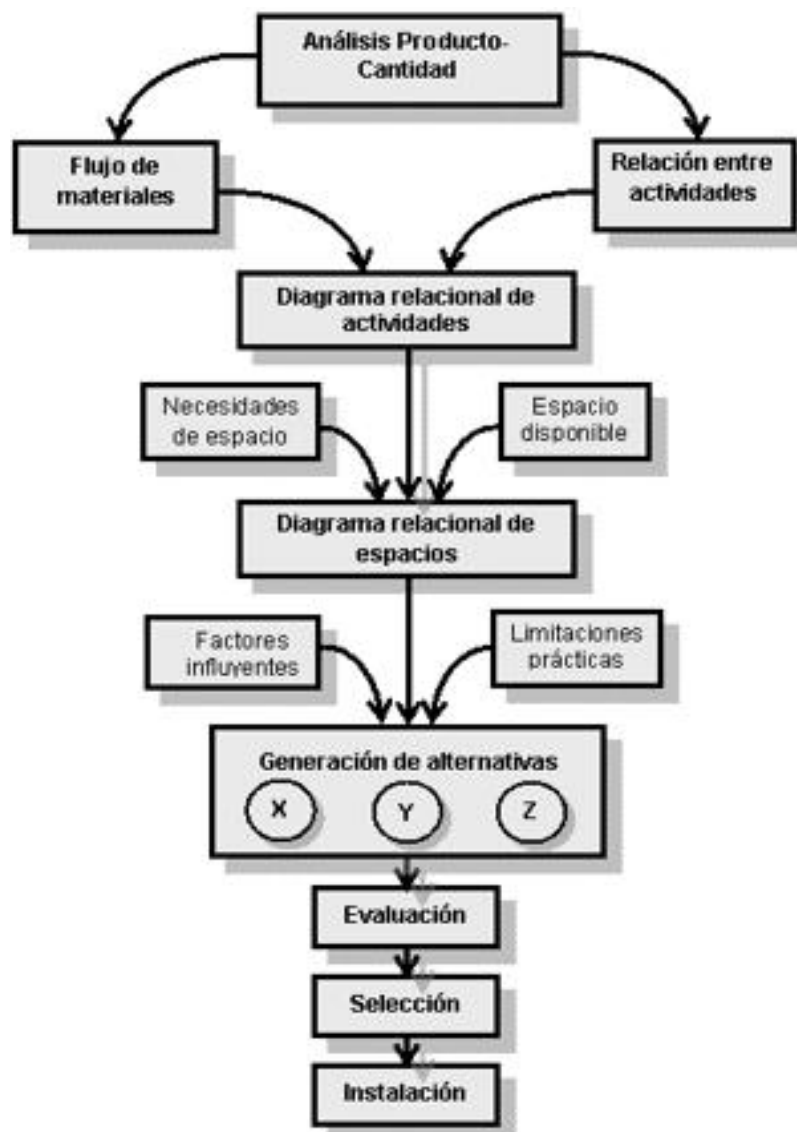
### Figura 5: Fórmula de la productividad parcial

$$\frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Un solo insumo}}$$

**Nota: Jiménez, Delgado y Gaona**

Una vez usadas las herramientas anteriores, se pondrá en marcha la utilización del SLP. Para lo cual, Muther y Hales (2015) afirman que: “el Sistema de Planificación Estratégica es una forma organizada de realizar la organización de un diseño de planta, consiste en un marco de fases, un patrón de procedimientos y un conjunto de convenciones para identificar, clasificar y visualizar los elementos y áreas que envuelven una planeación para el diseño de una planta” (p.12). A grandes rasgos, un SLP se puede ver resumido de la siguiente manera en la Figura 6 y será siendo explicado conforme avance esta sección.

**Figura 6: Esquema general del SLP**



**Nota: Richard Muther**

En relación con lo anterior, este sistema está compuesto de cuatro fases, la primera de ellas es la *localización*, que consiste en la búsqueda de un nuevo lugar para la planta de la organización tomando en consideración una serie de factores, o seleccionar un acontecimiento en la zona que ya existe. Para efectos de esta investigación, lo que se busca es una mejora en el área que la empresa ya posee en la Uruca.

La segunda etapa es la *planeación de la organización*, es decir, crear un panorama general de cómo está la planta hoy día. De aquí saldrá la *preparación en detalle del plan*, donde se formularán alternativas de mejora y se elegirá la mejor de ellas. En último lugar se encuentra la *instalación*, que es cuando se deja fijada la distribución detallada (Muther, 1970. pp.197-198). Seguidamente, se comenzarán a especificar las tres últimas fases.

### **Planeación de la organización**

Antes de empezar a hacer este planeamiento en la entidad en estudio, existe una serie de temas que deben conocerse para lograr un mejor entendimiento de los posteriores conceptos a citar en esta investigación. En primera instancia, es certero saber: ¿qué es una distribución de planta?, ¿cuáles son sus principios básicos y los factores que la afectan? y ¿qué tipos de distribución de planta existen? Por ende, a continuación se explican.

#### **Distribución de planta**

Se refiere al acomodo físico y al espacio que requieren cada uno de los elementos que interactúan en el área de trabajo o en la planta en general. Llámese mano de obra, materiales, maquinaria, inventario, campo de almacenamiento, distribución, mantenimiento, así como todas las actividades de servicios. La expresión distribución de planta, comprende, además, la disposición física que existe en una organización, a una futura que se proyecta ejecutar o al acto mismo de diseñar una ordenación del lugar (Muther, 1970. p.13).

Para efectos de esta investigación, se presentará un layout a grandes rasgos de la distribución de planta de la empresa que deberá ser mejorado y otro una vez que las mejoras se han propuesto. De modo que se pueda apreciar el cambio en un antes y después. No está de más explicar que un layout de acuerdo con Martínez (2009) es un “término para identificar un plano con la distribución de una bodega, en el que se indican puertas de acceso, estanterías, áreas de circulación, zonas de cargue, descargue y demás aspectos de interés” (p.10).

### **Principios básicos de una distribución de planta**

En el orden de las ideas anteriores, existen seis principios básicos de distribución de planta que constituyen una base fundamental y que deberán ser tomados en cuenta en la mayor medida de lo posible para Muebles Ortiz, S.A. al momento de plantear cualquier mejora en el acomodo de sus instalaciones, equipos, personal y procesos en general. En efecto, Muther (1970) los expone de una manera sencilla y precisa, tal y como se presentan a continuación:

- Principio de la integración de conjunto: La mejor Distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida: A igualdad de condiciones, es siempre mejor la Distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.
- Principios [sic] de la circulación o flujo de materiales: Es mejor aquella Distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.
- Principio del espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad: Será siempre más efectiva la Distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad: Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo o inconvenientes (pp.19-21).

### **Factores que afectan la distribución de planta**

Del mismo modo, es preciso enfatizar los ocho grupos de factores que rodean la distribución de planta y que han de chequearse uno a uno al momento de hacer el diagnóstico de la investigación. Por esta razón, se hará mención de cada uno de ellos y su alcance a través de Muther (1970):

1. Factor Material, incluyendo diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
2. Factor Maquinaria, abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización.
3. Factor Hombre, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
4. Factor Movimiento, englobando transporte inter o intradepartamental, así como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
5. Factor Espera, incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
6. Factor Servicio, cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.
7. Factor Edificio, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
8. Factor Cambio, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión (pp.43-44).

### **Tipos de distribución de planta**

Para dar continuidad a los puntos a tratar en el momento de evaluar una distribución de planta, se tiene que asimismo es conveniente contemplar el tipo de distribución requerido con base en la naturaleza de la organización y sus procesos. Ya sea por posición fija, por producto, por proceso o basada en tecnología de grupo. Esto será evaluado en la parte de análisis del proyecto debido a que de eso dependerá el acomodo de cada uno de los elementos que conforman la empresa. Por consiguiente, se dará una descripción de cada uno de ellos, considerando a Nahmías (2007):

La distribución de posición fija es apropiada cuando se construyen artículos grandes tales como aviones o barcos, difíciles y costosos de mover. Las estaciones de trabajo se ubican alrededor del objeto, que permanece estacionario. Es más común la distribución de producto, donde las máquinas o estaciones de trabajo se organizan según la secuencia de operaciones requerida para elaborar el producto. Las distribuciones de producto son muy comunes para la producción en masa. En el caso de compañías de tamaño pequeño a medio, una distribución de proceso tiene más sentido. Se agrupan máquinas similares o procesos similares. Finalmente, las distribuciones basadas en tecnología de grupo podrían ser adecuadas. En este caso, las máquinas pueden agruparse en células donde cada una corresponde a una familia de partes o a un grupo de familias de partes (p.535).

### **Análisis producto-cantidad**

El análisis producto-cantidad es la base para el comienzo del SLP. Así pues, es representado mediante una gráfica con la cantidad de productos que la compañía tenga (en este caso, el número de muebles) en las ordenadas. Mientras que en las abscisas se colocan los distintos productos a fabricar (ya sean alacenas, muebles de oficina, cocinas, entre otros). Dependiendo de los resultados obtenidos, se conocerá el tipo de distribución que la planta debe seguir (Vallhonrat y Corominas, 1991. pp.54-55 ). Como lo establece Muther (1968), se debe seguir este procedimiento para su confección:

1. Clasificar todos los productos (piezas, materiales u otros según los casos) en grupos de características semejantes.
2. Hallar las tendencias de las principales características de los grupos de productos y proyectarlas cara al futuro. Volverlas a clasificar si es necesario.
3. Definir una cantidad anual (o mensual) prevista para la producción de cada artículo o variedad prevista dentro de cada grupo de productos. Ordenar, dentro de cada grupo, u ordenar los grupos, en orden decreciente de cantidades.
4. Trazar un gráfico a escala conveniente, con las P en las abscisas y las Q en ordenadas, indicando verticalmente las cantidades correspondientes a los artículos o grupos de productos respectivos.
5. Unir los puntos para obtener el gráfico.
6. Estudiar estos análisis para las lógicas divisiones o combinaciones de actividades, zonas o funciones (p.50).

### **Flujo de materiales**

Para continuar con la evaluación de los flujos en la empresa, se crearán otros cuatro diagramas más. Siendo estos: el diagrama de-hacia, el de matriz, el relacional de actividades y el relacional de espacios, además de una maqueta. Cada uno de ellos será explicado en detalle seguidamente, apoyados de ilustraciones acerca de su preparación. De igual manera, se establecerá su nivel de importancia con respecto al proyecto en curso.

### **Diagrama de-hacia.**

Tomando en cuenta lo dicho por Nahmias (2007):

Los diagramas de-hacia se usan para analizar el flujo de materiales entre dos departamentos. Las dos formas más comunes son los diagramas que muestran las distancias entre dos departamentos y los que muestran el número de viajes de manejo de materiales por día entre dos departamentos... Resulta una manera conveniente de resumir los datos de flujo correspondientes a una distribución dada (p.542).

Este instrumento constituye una de las principales variables de la investigación que debe medirse y será utilizado para efectos de conocer el flujo del proceso en función de las distancias que deben recorrerse en cada uno de ellos. De esta forma, quedarán evidenciados los largos recorridos efectuados (con una distancia en metros), entre cada una de las operaciones que se ejecutan en la empresa analizada. Se seguirá para este caso, un esquema como el ejemplo que se muestra a continuación en la Figura 7.

**Figura 7: Ejemplo de diagrama de-hacia**

Hacia De	Sierras	Fresadora	Troque- ladora	Taladros	Tornos	Lijadoras
Sierras		43	26	14	40	
Fresadora			75	60		23
Troque- ladora					45	16
Taladros		22			28	
Tornos		45		30		60
Lijadoras		12				

**Nota: Steven Nahmias**

### **Relación entre actividades.**

Una vez hechas las consideraciones anteriores, se pasa a crear un instrumento que relacione todas las actividades de la empresa entre sí. Y que, a su vez, de pie a integrar cada uno de los servicios complementarios que posea, llámese sanitarios, oficinas de producción, las zonas de carga y descarga, entre otros. Esto es posible definirlo por medio de un diagrama de matriz, el cual para su construcción, con base en el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas [UNIT], (2009), existen dos tipos diferentes; la matriz tipo “L” y la matriz tipo “T”:

La Matriz tipo “L” es la matriz más utilizada. Principalmente sirve para representar un tipo de relación entre dos series de factores, habiendo colocado cada serie sobre cada uno de los lados de la “L”. Cada cruce de línea/columna se presta a la representación matizada de la relación que materializa. Un símbolo o un valor representará el matiz sobre el cual el grupo está de acuerdo. El diagrama de matriz en forma de “T” puede utilizarse para comparar, correlacionar o estudiar dos problemas respecto a un tercero. Este diagrama combina dos matrices tipo “L” (p.51).

La investigación en curso registrá bajo el concepto de matriz tipo “L”, y según Ruiz-Falcó (2009) deberán seguirse los siguientes pasos:

Paso 1: definir el objetivo de la matriz.

Paso 2: listar los factores involucrados en la matriz. Para ello pueden utilizarse otras herramientas, por ejemplo tormenta de ideas, diagrama de árbol, etc. [sic].

Paso 3: construir la matriz.

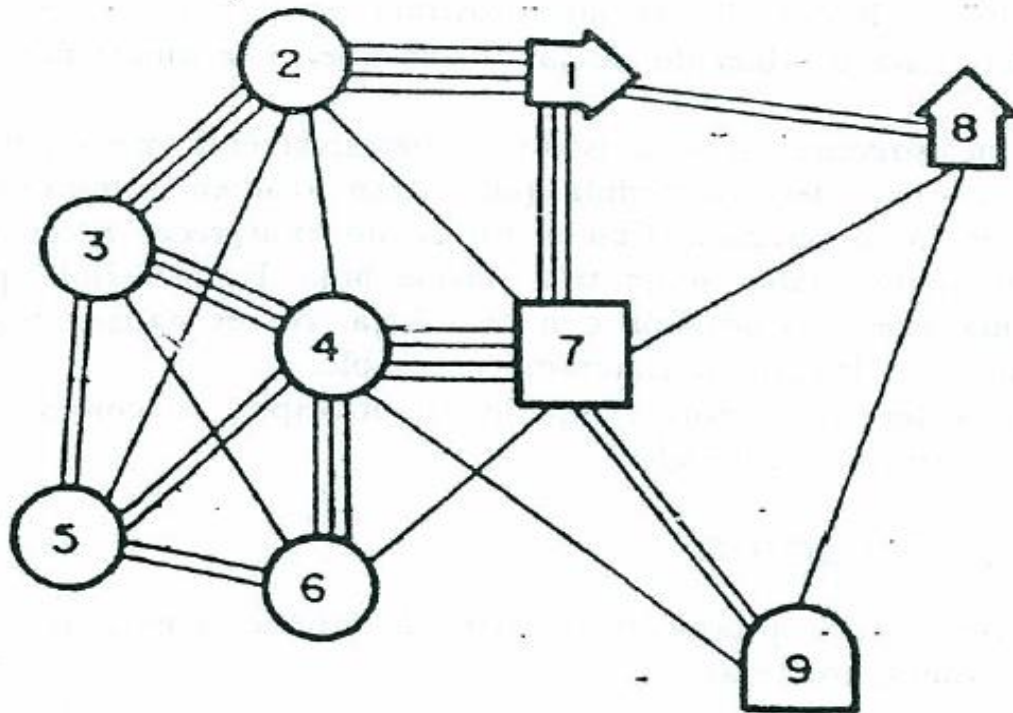
Paso 4: asignar las relaciones entre los diversos factores: para ello pueden utilizarse otras herramientas, por ejemplo tormenta de ideas, diagrama de relación, etc. [sic].

Paso 5: revisar la consistencia de las relaciones indicadas por el diagrama, corrija lo que sea necesario. (pp. 64-67).

### Diagrama relacional de recorridos y/o actividades.








Luego de haberse formulado el diagrama de matriz, deberá plasmarse de una forma rápida y visual por medio de un gráfico que incluya la codificación de líneas, donde cada figura representará cada uno de los diversos tipos de actividades (sean operaciones, esperas, inspecciones, almacenamientos o transportes) En su interior, se incluirá el número para cada actividad y se dibujarán líneas como una forma de alertar qué tan próximas deben estar las áreas. La Figura 8 es un modelo de este tipo de diagrama que será usado en el capítulo cuatro de la investigación, mientras que en la Tabla 2 se presenta la simbología que deberá utilizarse para su realización.

**Figura 8: Ejemplo de diagrama relacional de actividades**



Nota: Richard Muther

**Tabla 2: Normas para el trazado del diagrama relacional de actividades**

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Símbolo	Color	Tipo de actividad, sector o equipo	
	Rojo	Operación o producción (Submontaje y Montaje)	
	Verde	Operación o producción (Proceso o Fabricación)	
	Amarillo naranja	Actividades de transporte (recepciones, expediciones, carga de vagones)	
	Naranja	Almacenaje	
	Azul	Control	
	Azul	Servicios (Mantenimiento, entretenimiento, servicios de personal)	
	Pardo	Sectores administrativos y oficinas fuera de la parte productiva o servicios directamente unidos	
<p><b>Observación:</b> El número de la actividad se indica en el interior del símbolo al trazar el diagrama            *Utilización opcional</p>			
CÓDIGO DE LAS PROXIMIDADES			
Anotación	Proximidad	Color	Número de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Amarillo-naranja	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinaria	Azul	1 recta
U	Sin importancia	---	0
X	No deseable	Pardo	1 zigzag
XX*	Altamente indeseable	Negro	2 zigzag
<p><b>Observación:</b> El signo -menos- junto a la letra indica un valor intermedio. En el sistema de anotación en colores o por número de líneas, el signo - se convierte en una línea de puntos.            *Utilización opcional</p>			

**Nota: Richard Muther**

Cabe tomar en cuenta por su parte, los lineamientos de trazado que Muther (1968) especifica así:

En la Tabla Relacional, se empieza por marcar las uniones del tipo A, que se marcan en rojo. Se dibuja el símbolo correspondiente al tipo de actividad y se inscribe la cifra en el interior, se une luego, mediante cuatro trazos, a la otra actividad A, representado por su símbolo afectado también de una cifra.

Cuando se han dibujado ya todas las uniones del tipo A, esparciéndose sobre la hoja de papel, se añaden las uniones amarillo-naranja. Para las E, se trazan tres líneas entre los símbolos, los cuales llevan cifras como los anteriores.

Se añaden, a continuación las uniones I, de color verde, utilizando bien sea una hoja nueva, bien sea efectuando un nuevo arreglo sobre la misma hoja, mejorando el dibujo y la orientación de las actividades A, E e I.

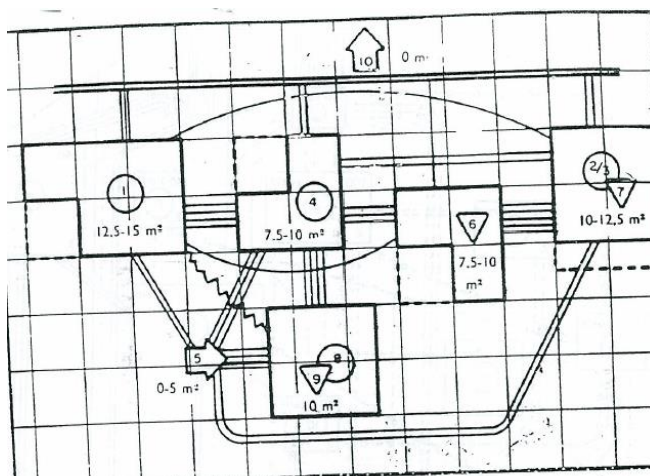
Se sigue el mismo procedimiento para las uniones O de color azul, para las uniones X de color marrón y para las XX de color negro. Estas uniones negras (de doble trazo en zigzag) tienen un valor negativo aproximado de menos tres y corresponden a las inversas de las uniones E. Por lo general, las líneas zigzagueantes negras se marcan al mismo tiempo que las líneas I de color verde (p.92).

### Diagrama relacional de espacios.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, en el diagrama relacional de espacios se introducirán las superficies de la planta productiva de la empresa Muebles Ortiz, S.A., incluyendo máquinas, instalaciones y servicios. Se conservará la simbología, colores y figuras propios del esquema anterior, solo que se le añadirán las superficies; constituyéndose en un diagrama relacional de espacios. Para este diagrama, lo más común es emplear papel cuadriculado, puesto que es necesario que vaya a escala. Después de creado, se está en el momento factible de generar nuevas ideas para la distribución de la planta (Muther, 1968. p.117).

En la Figura 9 se puede apreciar un ejemplo de cómo deberá quedar este bosquejo:

**Figura 9: Ejemplo de diagrama relacional de espacios**



**Nota: Richard Muther (1968)**

Es importante aclarar que para la ejecución del diagrama relacional primero deberán ser tomadas las medidas con ayuda de alguno de los dueños de la organización (ya sea David o Carlos Ortiz), e inclusive con el apoyo de ciertos operarios (para tomar la medida de su área de trabajo) Para este proceso se hará uso de una cinta métrica y se irá colocando el espacio actual y el requerido. No se entrará en mucho detalle de conversión, puesto que se utilizarán aproximaciones para la obtención de las cifras.

### **Maqueta.**

Se diseñará una maqueta para representar la realidad de la organización y tener una mejor visualización de los procesos y flujos de material que se siguen para la elaboración de los muebles, así como las actividades predecesoras. Se mostrará por medio de esta representación los largos recorridos de los operarios y las consecuencias que ha generado la inadecuada distribución de planta que se tiene. El tener este modelo en físico será muy útil para los siguientes procedimientos que siguen como parte del proyecto.

### **Factores influyentes y limitaciones prácticas**

#### **Factores influyentes.**

Parte de los elementos a considerar cuando se generan ideas sobre el reacomodo de las actividades en el diagrama relacional de espacios es que existen ciertas consideraciones que no deben pasarse por alto. Siendo estas: el flujo del material, los almacenes, características propias del personal y la manera en que deben realizar las operaciones, los edificios, los servicios anexos, entre otros (Muther, 1968. p.131).

En suma a lo anterior, Muther (1968) además refiere que “el almacenaje de los materiales, de los suministros, del material de oficina y de otros factores, suelen figurar generalmente en todo proyecto de planteamiento como Factores de Influencia (incluso en muchos casos en los que se habla de cuestiones sin importancia)” (p.141).

### **Limitaciones prácticas.**

No todas las ideas que vayan a surgir en el camino podrán ponerse en marcha debido a condiciones no rentables, la naturaleza del proceso, restricciones por parte de los socios de la compañía, la cantidad de tiempo que llevaría en ejecutarse, en fin. No obstante, se deben obtener los pros y los contras de cada una hasta llegar a la más apta (Muther, 1968. p.145). A manera de ejemplo aplicable a la empresa estudiada y como una anticipación a las posibles limitaciones, puede encontrarse el querer extraer de la planta las grandes cantidades de desecho existentes, para ahorrar espacio, pero si los dueños no están anuentes a hacerlo, se deberá buscar una nueva solución.

### **Preparación en detalle del plan**

Al entrar a esta tercera etapa, lo que se busca es el desarrollo de una propuesta con la que se mejore la situación actual en la que se encuentra inmersa la entidad en estudio. Una vez que se ha salido de la segunda etapa, se tendrán definidos cuáles son los factores que se deben retocar o corregir para hacer esto posible. Por lo que primeramente es necesario establecerlos con claridad (generación de alternativas), evaluarlos y seleccionarlos. Esto se describe a continuación en las siguientes líneas.

### **Generación de alternativas, evaluación y selección**

Estas tres secciones se explican en conjunto dado a la dependencia de una parte de la otra. Una vez que se establezcan las alternativas, cada una de ellas debe evaluarse para medir su viabilidad y poder seleccionar la mejor. Existen tres pasos diferentes para definir cuál es la mejor alternativa. Primero mediante una comparación de las ventajas y desventajas de cada opción. En segundo lugar, se puede crear una evaluación de factores o criterios y finalmente se hace una asimilación de los costes por cada opción a validar. (Muther, 1968, p.146) Para este proyecto se trabajará con los dos últimos procedimientos. Así, pues, se procede a explicar cada uno de ellos:

### Evaluación de factores o criterios.

Se empleará la matriz mostrada en la Tabla 3 para comparar las alternativas de mejora en la distribución de planta que se definan para la empresa Muebles Ortiz, S.A. Mientras que los valores de las acotaciones de dicha tabla se aprecian abajo en la Tabla 4.

**Tabla 3: Mecanismo de valoración mediante el análisis de los factores**

Enumerar los factores, puntos de vista, criterios y objetivos implicados o deseados para el planteamiento

Identificar las distintas soluciones mediante letras

FACTORES/PTOS. DE VISTA	Pesos	ACOTACIÓN, BRUTAS O PONDERADAS					COMENTARIOS
		A	B	C	D	E	
1							
2							
3							
4							
5							
TOTALES							

Indicar la importancia relativa de cada factor

Acotar cada solución para cada uno de los factores en la esquina superior

Multiplicar el peso por la acotación bruta para obtener el valor ponderado

Totalizar todas las acotaciones ponderadas para cada proyecto y comparar los totales

Nota: Richard Muther

**Tabla 4: Tabla para la transformación de letras a valores numéricos**

VALORES Y CONVENIOS REFERENTES A LAS ACOTACIONES		
Acotación (vocales)	Significación	Valor numérico
A	Casi perfecto (Excelente)	4
E	Especialmente bueno (Muy bueno)	3
I	Importantes resultados obtenidos (Bueno)	2
O	Resultados ordinarios (Mediano)	1
U	Resultados sin importancia (Mediocre)	0
Y	Imposible	

Nota: Richard Muther

### **Comparación de los costes y justificación.**

Al llegar a este punto lo que se realiza es un análisis financiero para definir la viabilidad económica de la propuesta y establecer su rentabilidad. Para este caso se usarán tres indicadores diferentes que permitirán la toma final de las decisiones: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B/C) Cada una de ellas se describen brevemente a continuación:

#### ***Valor actual neto (VAN).***

Para López (2006):

El valor actual neto (VAN) se define como el valor que resulta de la diferencia entre el valor presente de los futuros ingresos netos esperados (son descontados a una tasa “k” que representa el costo de oportunidad del capital) y el desembolso inicial de la inversión ( $FF_0$ ). La expresión del valor actual neto es la siguiente (Figura 10):

**Figura 10: Fórmula del VAN**

$$VAN = FF_0 + \frac{FF_1}{(1+k)} + \frac{FF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FF_n + VT}{(1+k)^n}$$

**Nota: Guillermo López (2006)**

Para calcular el VAN, los flujos de efectivo que genera el proyecto ( $FF_j$ ) son descontados previamente con la tasa de interés que representa el costo de oportunidad del capital ( $k$ ) y luego se resta el desembolso inicial de la inversión... La regla de decisión del VAN es muy sencilla: nos dice que debemos aceptar el proyecto cuando el VAN es positivo y rechazarlo cuando es negativo (p.6).

### ***Tasa interna de rentabilidad (TIR).***

La tasa interna de rentabilidad o rendimiento de una inversión es definida por Van (1997) como:

La tasa de descuento que iguala el valor presente de las salidas de efectivo esperadas con el valor presente de los ingresos esperados. Desde el punto de vista matemático, se representa por la tasa  $r$ ... Si el desembolso o costo inicial de efectivo ocurre en el momento 0, se puede expresar la ecuación como la mostrada en la Figura 11:

**Figura 11: Cálculo de la TIR con desembolso en el momento 0**

$$A_0 = \frac{A_1}{(1+r)} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n}$$

**Nota: James C. Van Horne**

En esta forma,  $r$  es la tasa que descuenta la serie de flujos futuros de efectivo ( $A_1$  hasta  $A_n$ ) para igualar el desembolso inicial en el momento 0— $A_0$  (pp.19-20).

### ***Relación beneficio-costo.***

Para Van (1997) el índice de rentabilidad o relación beneficio-costo es “el valor presente de los flujos de efectivo netos futuros respecto del desembolso inicial de efectivo. El índice se puede expresar como lo visualizado en la Figura 12:

**Figura 12: Fórmula del beneficio costo**

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t}}{A_0}$$

**Nota: James C. Van Horne**

Mientras el índice de rentabilidad sea 1,00 o mayor, la propuesta de inversión será aceptable” (pp.152-153).

## 5S

Como parte de las soluciones al problema de la empresa, se propondrá el uso de la metodología conocida como 5S. Tal y como es señalado por Evans y Lindsay (2008):

Las 5S se derivan de los términos japoneses: *seiri* (clasificar), *seiton* (poner en orden), *seiso* (brillar), *seiketsu* (estandarizar) y *shitsuke* (sostener). Definen un sistema para la organización y estandarización del lugar de trabajo. Clasificar se refiere al hecho de garantizar que cada elemento de un lugar de trabajo esté en el lugar apropiado, o bien, se identifica como innecesario y se elimina. Poner en orden significa arreglar los materiales y el equipo de modo que sea fácil encontrarlos y utilizarlos. Brillar se refiere a un área de trabajo limpia. Esto no sólo es importante para la seguridad, sino que al limpiar el área de trabajo, los problemas de mantenimiento, como fugas de aceite, se pueden identificar antes de que cause problemas. Estandarizar significa formalizar los procedimientos y prácticas para crear consistencia y asegurarse de que todos los pasos se realizan en forma correcta. Por último, sostener significa mantener el proceso funcionando a través de las estructuras de capacitación, comunicación y organización (p.521).

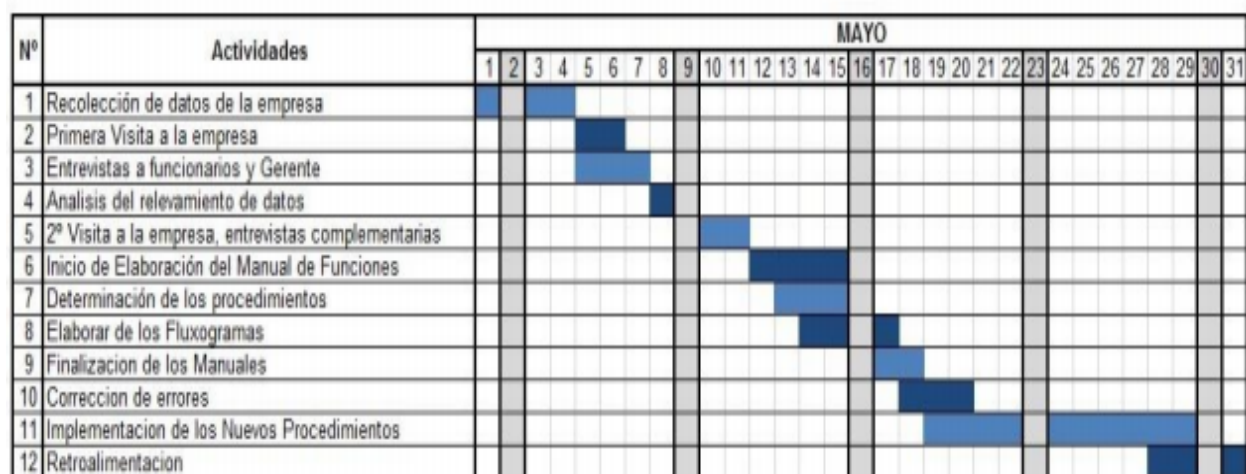
### **Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt será usado como una herramienta para la planeación del proyecto una vez que ya se ha seleccionado cuál es la propuesta más factible. En tal sentido, servirá para indicarle a la organización cuáles son las actividades que deben efectuarse y en qué tiempo deberá realizarse cada una de ellas. Del mismo modo, será útil para proyectar la investigación con cada uno de sus entregables (en el marco metodológico), con el fin de llevar un adecuado seguimiento y cumplimiento de las fechas pactadas. Según el UNIT (2009), un diagrama de Gantt:

Es un gráfico de barras horizontales que consiste en hacer una lista de actividades las cuales se indican verticalmente en un diagrama. En [sic] forma horizontal (con forma de barra), se indica el tiempo en las unidades más apropiadas según el tipo de proyecto de que se trata. Se representa tanto la duración prevista como la verdadera de cada actividad, mediante una barra de longitud adecuada...El gráfico de Gantt se usa, también, como un registro para llevar el seguimiento de la progresión en el tiempo de las actividades a ejecutar para cada proyecto (p.83).

El procedimiento anterior explicado se puede observar gráficamente en la Figura 13.

**Figura 13: Ejemplo de diagrama de Gantt**



**Nota: Karen Handl**

### Instalación

Esta última fase que abarca el Sistema de Planificación Estratégica no está contemplada dentro de esta investigación debido a que la misma no incluye una implementación. Por consiguiente, se llegará hasta la selección de una adecuada alternativa de solución que dará pie a la ejecución de una propuesta robusta con la cual, se especifique claramente cuáles son los cambios y pasos a seguir para la mejora de la situación actual de la empresa. Una vez propuesto esto, los dueños de la entidad podrán tomar la decisión acerca de su puesta en marcha.

### **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

Dentro del siguiente apartado, se detalla y especifica la manera en que es realizado el presente proyecto y cada uno de los aspectos influyentes que deben seguirse para resolver el problema que ha sido planteado. Por ejemplo, se muestran puntos como el enfoque y el diseño que sigue la investigación. Se establece el lugar y el tipo de muestreo a realizar; así como las variables de estudio ligada a cada uno de los objetivos específicos, entre otros aspectos importantes como el cronograma y un presupuesto que indica los recursos a invertir.

#### **Enfoque de la investigación**

La presente investigación rige bajo un enfoque cuantitativo debido a que está basada en un proceso secuencial, deductivo, probatorio y objetivo. Se dice que es secuencial, ya que lleva un orden cronológico y estructurado. Como se ha efectuado hasta el momento, se parte de la generación de una idea, luego se plantea el problema (en este caso en Muebles Ortiz, S.A.), para sustentarlo en un marco teórico. Una vez realizada esta sección, se miden las variables por medio de la recolección de datos, que van a ser analizados para finalmente buscarle una solución que permita mejorar la distribución de planta actual.

Cuando se menciona que es deductivo, probatorio y objetivo, se refiere a que a pesar de que en un principio se conoce en términos generales la realidad que está enfrentando la empresa en estudio y ciertos factores que rodean el problema a tratar; el investigador se dedicará a la recolección de datos sin alterar los resultados. Esto quiere decir que el problema se presentará tal y como es y que se profundizará en el proceso sin influenciar en las observaciones que se encuentren.

#### **Diseño (alcance)**

El proyecto en curso comprende dos tipos de investigación: descriptiva y explicativa. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), un estudio descriptivo tiene la finalidad de “especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.” (p.92). Es decir, es descriptiva dado a que se va a definir detalladamente, cual es la situación que manifiesta Muebles Ortiz, S.A., demostrándolo por medio de la recolección de datos numéricos y del uso de diferentes herramientas ingenieriles.

Por otra parte, los estudios explicativos, según Hernández et al. (2014) “van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, están dirigidos a responder por las causas de los eventos... Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (p.95). En atención a esto es que se adecúa este diseño al proyecto, ya que se establecerán las causas del problema planteado y no solo se centrará en describir qué es lo que está pasando; sino que el análisis será llevado a la búsqueda de una mejora.

### **Muestra de la investigación**

Esta investigación será dirigida con dos muestras de tipo no probabilístico. Una de ellas es mixta (por conveniencia y consecutiva) para medir la cantidad de reprocesos en cada una de las operaciones que se realizan antes de concretar un mueble en la empresa Muebles Ortiz, S.A. Se aplicará ese muestreo debido a que la entidad estudiada trabaja con una producción bajo pedidos, lo cual hace que no todos los mobiliarios tengan las mismas características, dimensiones y especificaciones.

Aunado a esta situación, la empresa no posee una pieza o parte principal en los muebles que se pueda definir para generar un muestreo probabilístico, lo que podría generar sesgos debido a la variabilidad del producto. Por otra parte, la toma de cada uno de esos reprocesos requeriría una gran cantidad de tiempo invertido. Lo que se ejecutará en ese caso es utilizar registros en cada una de las operaciones (que la organización no maneja en este momento), los cuales, los colaboradores deberán ir completando (por un periodo de tiempo que será definido más adelante).

Por otra parte, la segunda muestra que se tomará es acerca de los traslados recorridos y se ejecutará por conveniencia únicamente. Se ha designado de esa manera dado a que se escogerá a un operario (de las seis etapas de producción) para que anote por un día todos los trayectos que recorre y ver si son productivos e improductivos. Además de identificar el tiempo invertido en dichos traslados.

## Variables

A continuación, se presenta en la Tabla 5 la (s) variable (s) para cada uno de los objetivos específicos que han sido establecidos en el capítulo uno. Luego se define, apegada a la teoría su conceptualización, para posteriormente ser operacionalizada con el uso de indicadores, los cuales, son clave para determinar su forma de medición. Y por último, se concretan cuáles van a ser los instrumentos y su forma de aplicación dentro de la investigación.

**Tabla 5: Tabla de variables**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE OPERACIONAL	VARIABLE INSTRUMENTAL
Evaluar la distribución de planta y la productividad actual de la empresa Muebles Ortiz, S.A.	Distancias recorridas	Para efectos de este estudio será el traslado recorrido por un operario entre un proceso y el otro.	$\frac{\sum \text{m. recorridos}}{\text{Procesos}}$	Observación y medición de distancias recorridas una única vez (por medio de una cinta métrica). Muestreo de distancias recorridas por un operario (en un día).
	Productividad parcial	“Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.” (Jiménez, Delgado et al., 2001, p.82).	$\frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Un solo insumo}}$	Uso de registros (con un mínimo de tres meses atrás) de producción (cantidad de salidas) y administrativo (insumos requeridos).

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE OPERACIONAL	VARIABLE INSTRUMENTAL
<p>Cuantificar el impacto de una inadecuada distribución de planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A. en términos de horas extra y reprocesos.</p>	Horas extra	<p>Son aquellas que exceden las ocho horas laboradas por día o las cuarenta y ocho semanales y que deben remunerarse con un cincuenta por ciento más de los salarios mínimos (Código de Trabajo, 2017, p.39)</p>	$\frac{\text{Total hr extra}}{\text{Total hr trab}} \times 100$	<p>Informes mensuales de las planillas de la empresa (con un mínimo de seis meses atrás).</p>
	Reprocesos	<p>“Repetición o corrección de un proceso” (Gutiérrez, 2010, p.97).</p>	$\frac{\text{Piezas reproc.}}{\text{Total piezas}} \times 100$	<p>Muestreo de un mes (registros recopilados).</p>
<p>Demostrar un aumento de productividad esperado de al menos un 20% con las mejoras propuestas.</p>	Productividad parcial	<p>Debido a que este objetivo presenta la misma variable que el primero; estos rubros no se van a mencionar puesto que su definición, parámetro e instrumentalización han sido señalados previamente.</p>		

Nota: Lilliana Cubero Arias

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	VARIABLE CONCEPTUAL	VARIABLE OPERACIONAL	VARIABLE INSTRUMENTAL
Determinar el beneficio-costo que puede lograrse con la implantación de las propuestas.	B/C	“Valor presente de los flujos de efectivo netos futuros respecto del desembolso inicial de efectivo (Van, 1997, p.152).	$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t}}{A_0}$	Lluvia de ideas para la determinación de beneficios y costos.
	VAN	“Valor que resulta de la diferencia entre el valor presente de los futuros ingresos netos esperados y el desembolso inicial de la inversión” (López, 2006, p.6).	$FF_0 + \frac{FF_1}{(1+k)} + \frac{FF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FF_n + VT}{(1+k)^n}$	Registros de producción y administración para el cálculo de flujos netos de efectivo.
	TIR	“Tasa de descuento que iguala el valor presente de las salidas de efectivo esperadas con el valor presente de los ingresos esperados” (Van, 1997, p.19).	$\frac{A_1}{(1+r)} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n}$	Registros de producción y administración para el cálculo de flujos netos de efectivo.

Nota: Lilliana Cubero Arias

## **Instrumentos para la recopilación de datos**

Los instrumentos contemplan una parte muy importante en la investigación ya que a través de ellos es que cada una de las variables que reúnen los objetivos puede ser medida eficientemente. Cada uno de ellos ha sido expresado brevemente en la tabla anterior, no obstante, se procede a definirlos de manera individual y ampliar su utilidad, es decir, por qué han sido seleccionados y la manera de cómo van a ser aplicados.

### **Cinta métrica**

La cinta métrica se empleará para medir con exactitud cuál es la distancia (en metros) que deben recorrer los colaboradores de la empresa entre un proceso y el otro para la fabricación de los muebles. Será aplicado en una de las visitas a la planta y se le pedirá apoyo a uno de los dueños de la organización o a un operario para ayudar a sostener adecuadamente la cinta en el extremo que sea requerido. Cabe aclarar que estas mediciones se tomarán una vez únicamente y se irán registrando en el diagrama de-hacia, como el que se ha presentado en la Figura 7.

### **Observación directa**

La observación directa ha sido uno de los primeros instrumentos utilizados desde que se realizó la primera visita a las instalaciones de la empresa. A pesar de ser una actividad muy sencilla brinda una potencial información y el beneficio con el que cuenta es que no es necesario interrumpir a los trabajadores en sus actividades mientras se les presta atención a cuál es la labor que se encuentran realizando.

Constituye de vital importancia para conocer y entender cada uno de los procesos elaborados dentro de la planta, así como su distribución actual. Mientras que en un segundo plano será usado para ver las distancias recorridas por cada operario y usarlo en conjunto con la herramienta anterior. Por ende, este instrumento será utilizado en cada visita que se haga a la planta productiva. Siendo el objeto de observación, cada uno de los procesos para elaborar un mueble, partiendo desde el área de diseño hasta la sección de armado (ensamble).

### **Registros históricos**

La decisión de emplear registros históricos tanto de producción como de la parte administrativa ha sido tomada ya que por medio de ellos se podrán determinar los índices de productividad de la empresa (que actualmente son desconocidos) Además, serán la base para encuadrar los flujos de efectivos necesarios para la evaluación financiera del proyecto. Estos registros van a ser recibidos por parte del asistente administrativo (Julio Núñez) y por el jefe de producción (Braulio Solís).

### **Informes**

La obtención de informes de horas extra es importante ya que permite cuantificar en términos monetarios (₡) el impacto que genera la distribución de planta actual de la empresa. Se tendrá acceso a esta información con ayuda del asistente administrativo, quien es el encargado de almacenar este tipo de documentación. Los informes vienen dados en archivos de Excel e incluyen las planillas mensuales de la organización, de ahí se extraerán las horas extras que hacen los colaboradores. Se espera recibir estos datos con un historial mínimo de seis meses.

### **Muestreo**

Es indispensable el uso de dos muestreos de tipo no probabilístico. El primero de ellos es para conocer la cantidad de reprocesos que se hacen en cada una de las operaciones al momento de fabricar un mueble, donde se hará uso de un muestreo mixto (por conveniencia y consecutivo). El método de aplicación de este muestreo será mediante el empleo de un registro en cada proceso. Siendo cada uno de ellos: el proceso de corte y etiquetado, tapeteado, mecanizado, acabado y ensamble. Como se aprecia en el Apéndice A, de esta boleta se podrá extraer gran cantidad de información y entender el causante de los constantes re trabajos.

Dado el tipo de muestreo a utilizar, no se requiere la utilización de una fórmula para determinar la cantidad de la muestra. Sino que se establece, como su nombre lo indica, por conveniencia y por cada operación, un tiempo prudencial de un mes (setiembre) para obtener los datos. Esto se llevará a cabo en un horario de lunes a jueves de 6:50 a.m.-4:50 p.m. y los viernes hasta las 3:50 p.m.; ya que este es el horario normal de la empresa.

Igualmente, para entender a mayor profundidad los hechos, se incluirán los días sábados dentro del muestreo (que es cuando se realizan además las horas extra) Los encargados de ir recopilando esta información serán los mismos operarios que existan en cada operación. El objetivo es determinar la cantidad de piezas que tuvieron que ser reprocesadas (por medio de un porcentaje) Además de los tiempos incurridos en ello, en el periodo establecido.

En segundo lugar, se pondrá en marcha otro muestreo por conveniencia para examinar qué tan largas son las distancias recorridas por los operarios, cuáles de ellas son realmente productivas y cuánto tiempo les toma esos traslados. El machote a emplear se aprecia en el Apéndice B. Y se llevará a cabo de la siguiente manera: el jefe de producción (por su conocimiento y experiencia) elegirá cuál es la operación en la que actualmente el operario debe movilizarse con mayor frecuencia y esta será la persona encargada de recolectar los datos para la muestra.

Esto se hará únicamente durante un día del mes de setiembre básicamente por dos motivos. Siendo el primero de ellos el factor tiempo, debido a que sería muy complejo y comprometería las labores de la empresa el poner a cada colaborador a medir todos los trayectos que realicen por un lapso mayor a un día. Y en segunda instancia, debido a que las distancias son repetitivas, es indiferente el hacerlo por un tiempo mayor. Por ejemplo, los resultados que se obtengan hoy, serían muy similares a los adquiridos dentro de un mes.

### **Lluvia de ideas**

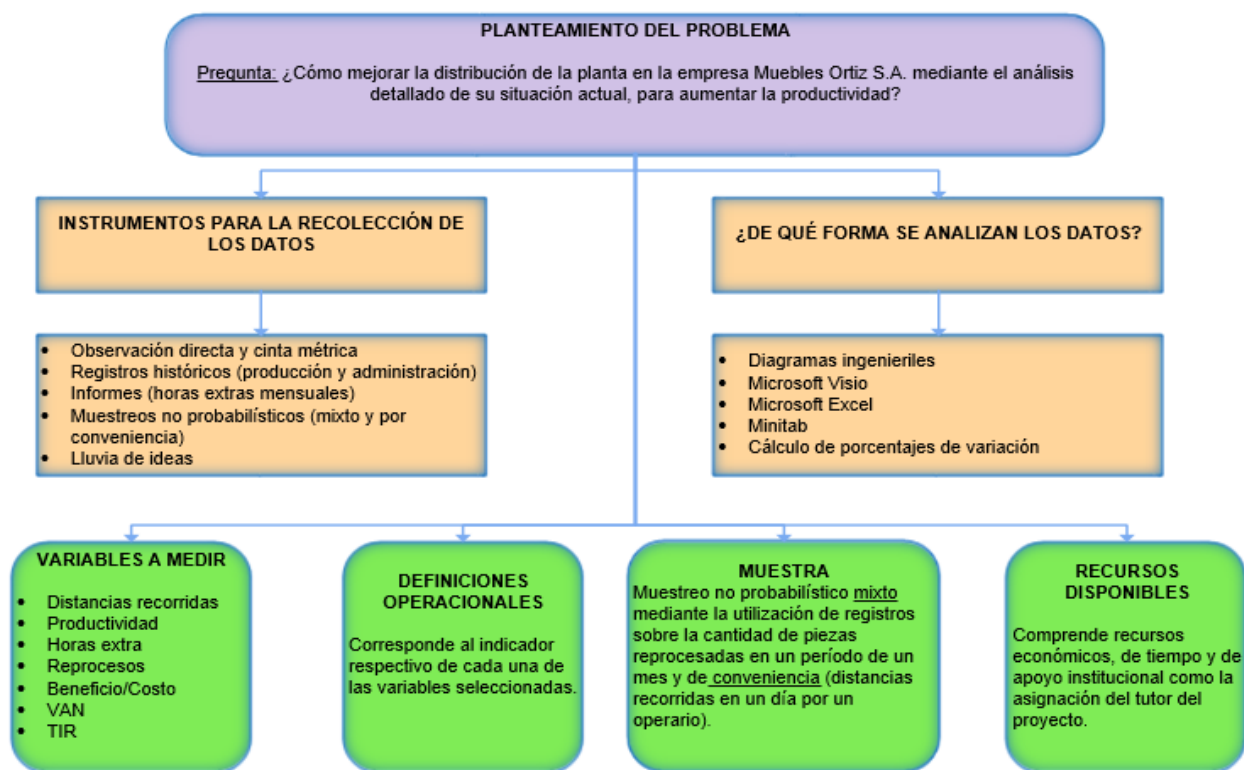
Una lluvia de ideas será realizada con el fin de identificar de una forma rápida cuáles son los beneficios y los costos de cada una de las alternativas formuladas para la mejora de la distribución de la planta. Al tener claro cada uno de estos rubros, se podrán tabular y cuantificar para posteriormente, hacer una comparación que permita definir la rentabilidad de las propuestas.

## Proceso para la recolección de datos

Hernández et al. (2014) afirman que para la investigación cuantitativa “recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198). Es por esa razón, que en la Figura 14 se presenta dicho plan que permitirá apreciar una reseña de dónde y cómo deben ser tomados los datos para el cumplimiento del objetivo planteado.

Para la determinación de este planeamiento, lo primero que se llega a definir son las siete variables a medir (distancias recorridas, productividad, horas extra, reprocesos, beneficio/costo, VAN y TIR) a través de indicadores. Y se establecen los instrumentos que sean la base para sustentar cada una de dichas fórmulas (el detalle de su recopilación ya ha sido explicado anteriormente). Una vez obtenidos los datos, se van a analizar con diversas herramientas que faciliten el proceso y permitan guiarlo a una conclusión oportuna. La sección de recursos disponibles, igualmente, es importante contemplarla ya que está inmersa en cada etapa del proceso.

**Figura 14: Proceso para la recolección de datos**



Nota: Lilliana Cubero Arias

## **Método de análisis**

Una vez que los datos se han recolectado, es fundamental analizarlos apropiadamente sin desestimar el valor de ninguna interpretación. Esto servirá para generar las conclusiones y recomendaciones respectivas para el problema que se está estudiando. En esta sección, se va a describir cada uno de los métodos a emplear para efectuar este proceso, además de las características de los mismos y fórmulas a manejar para los datos de cada variable.

### **Diagramas ingenieriles**

Para analizar en su totalidad la distribución de la planta (que constituye el primer objetivo específico), una vez que se han hecho las observaciones respectivas, se procederá a crear distintos tipos de diagramas, tales como: el diagrama de flujo, el diagrama de-hacia (que constituirá la base para una mejor visualización de la variable “distancias recorridas”), el diagrama de relación entre actividades, el relacional de recorrido y espacio, así como el Ishikawa y Pareto.

### **Microsoft Visio**

Este método posee la versatilidad de crear un inmenso número de diagramas de forma profesional, rápida y organizada, sin importar el nivel de dificultad de cada uno de ellos. Ya que al mismo tiempo posee una gran variedad de plantillas que pueden ajustarse a las diferentes necesidades del usuario. Se usará para poner en marcha la mayor cantidad de los diagramas anteriormente mencionados.

### **Microsoft Excel**

Este programa computacional famosamente conocido dentro del paquete de Office, permitirá el desarrollo de diferentes cálculos que pueden resultar complejos y que por ende, facilitan ampliamente su formulación ahorrando gran cantidad de tiempo. Esta herramienta va a ser usada para resolver entre otras estimaciones, el valor en la parte de evaluación económica del proyecto, ya que se calculará los índices de beneficio/costo, el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

## **Minitab**

Constituye un software para la realización de múltiples cálculos estadísticos. Será aplicado al proyecto para procesar cierta información de manera expedita para una prueba conocida como chi cuadrado (relación de asociación entre dos variables) Por otra parte, este será el medio para la creación de los diagramas de Pareto.

## **Porcentajes de variación**

Se definirán los porcentajes de variación entre un mes y el otro con respecto a las horas extras que se obtengan una vez recibidos los informes para evaluar su tendencia a crecer o decrecer. Para ello, se utilizará la fórmula mostrada en la Figura 15 donde se tomará el costo real por hora extra (en colones), menos el valor estándar, para dividirlo entre el valor estándar. Cabe destacar que el estándar estará dándose por el último monto del mes que se tenga.

### **Figura 15: Porcentajes de variación**

$$\frac{(\text{monto real} - \text{monto estándar})}{\text{monto estándar}}$$

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

## **Presupuesto**

A continuación, se muestra en la Figura 16, el costo total del proyecto de investigación, el cual es de: ₡2.193.520.99. Incluye rubros como la mano de obra, así como aspectos operativos tales como el que conllevó todos los materiales y utensilios para el diseño de la maqueta y los viáticos (transporte únicamente) requeridos para las visitas que se realizarán a la planta de producción.

Cabe destacar que para el cálculo del salario de la investigadora se tomó como referencia la lista de salarios del MTSS, del cual se saca un costo por hora de ₡3 278,10. Ese valor fue multiplicado por las 141 horas de trabajo hasta el presente capítulo más 253 horas que fueron proyectadas para el resto de la investigación (con una base de dieciséis horas semanales por cada una de las quince semanas restantes) Mientras que para el tutor, se le consultó vía correo electrónico el costo de su hora (₡45 280), el cual fue proyectado a quince horas de tutoría. El costo de los trámites con el filólogo está basados en estimaciones.

**Figura 16: Presupuesto de la investigación**

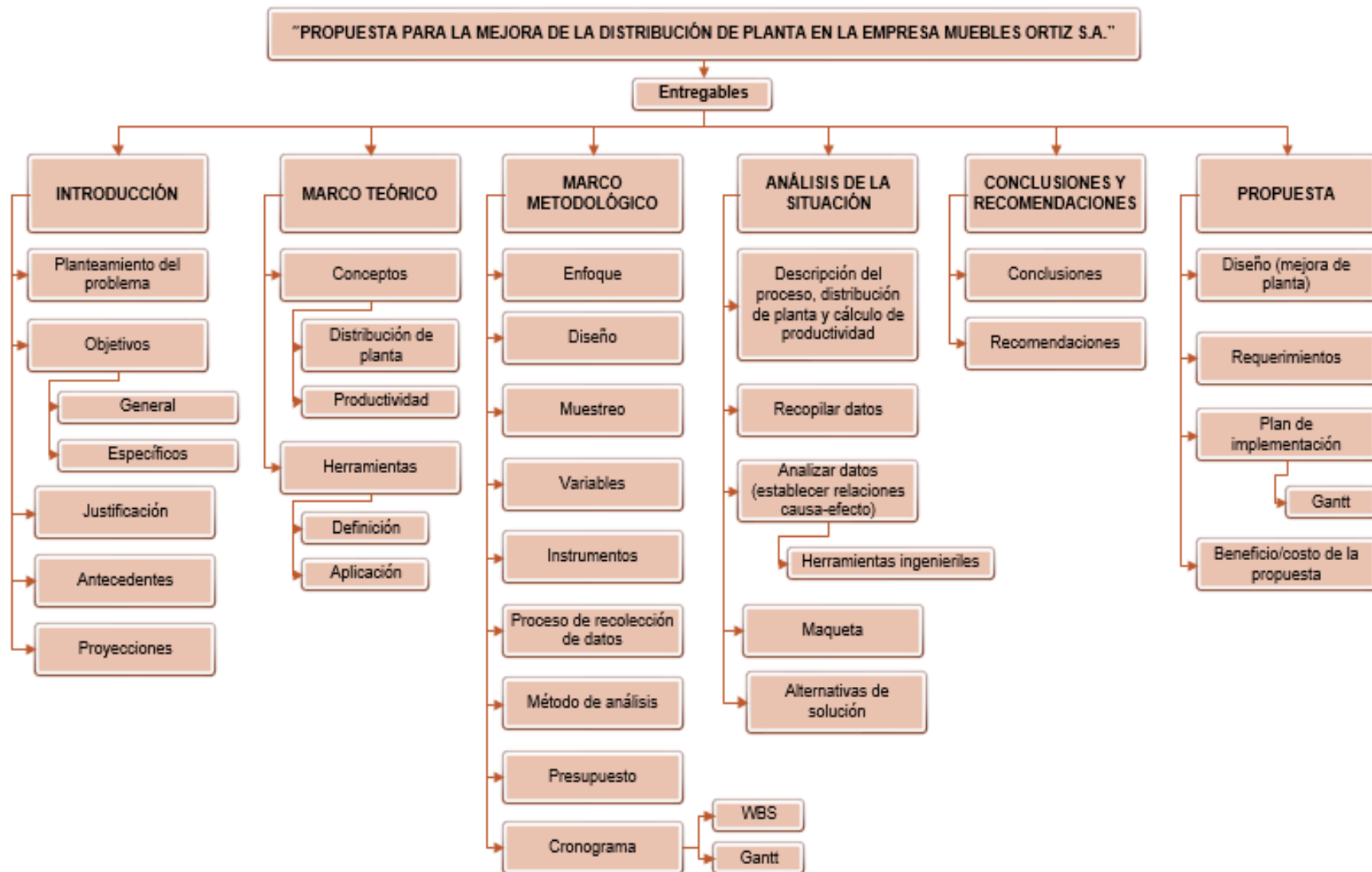
<b>PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Tema: Propuesta para la mejora de la distribución de planta en la empresa Muebles Ortiz S.A.</b>	
<b>Rubro</b>	<b>Costo</b>
<b>Personal</b>	
Investigadora (Lilliana Cubero)	₡1,291,570.99
Tutor	₡679,200.00
Filólogo	₡138,750.00
<b>Costos operativos</b>	
Materiales (maqueta)	₡41,000.00
Viáticos	₡43,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>₡2,193,520.99</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### **Cronograma**

El cronograma se presentará de dos formas distintas; la primera de ellas es a través de una Estructura de Descomposición de Trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS), en la que se detalla lo abarcado en cada uno de los seis entregables de la investigación. Esto es representado por medio de la Figura 17.

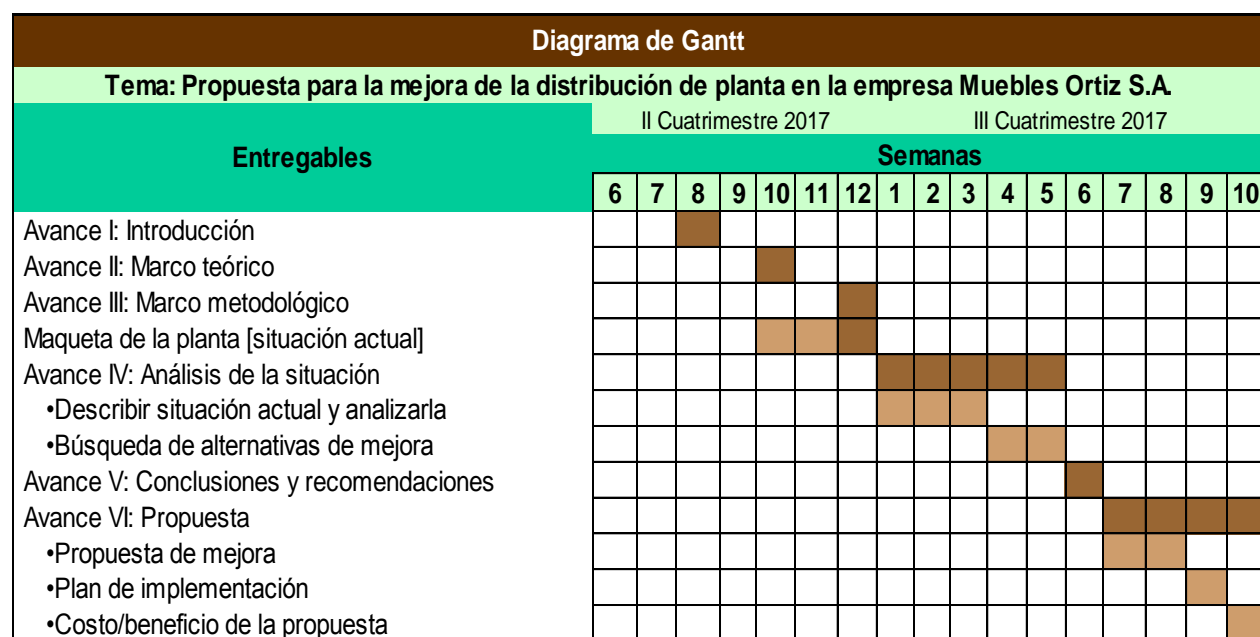
Figura 17: EDT de la investigación



Nota: Lilliana Cubero Arias

Segundo, con la utilización de un diagrama de Gantt (Figura 18), se reflejará de forma corta y resumida, la duración total de la investigación (seccionado en dos partes; primero la fase del establecimiento de los objetivos hasta llegar a la metodología del proyecto y segundo, el diagnóstico y diseño del estudio) Por su parte, se aproximará la semana de entrega de cada uno de los avances en forma secuencial para su adecuado cumplimiento.

**Figura 18: Diagrama de Gantt**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

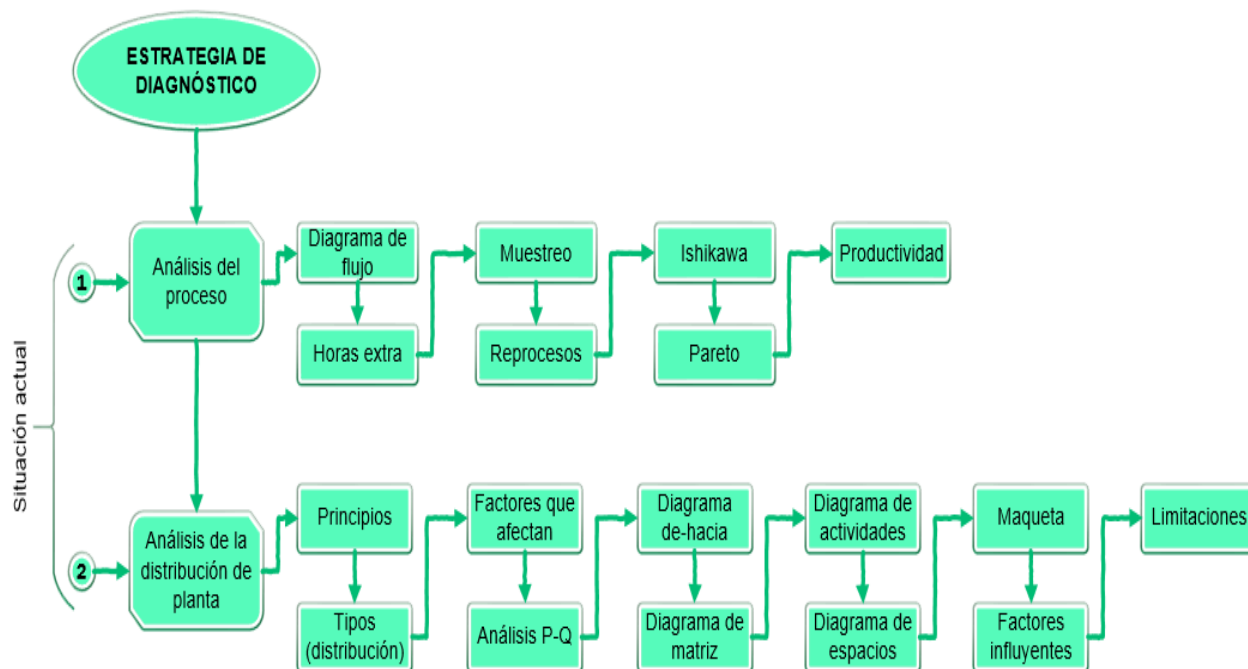
## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN**

Este capítulo constituye el núcleo de la investigación ya que abarca un análisis muy definido de la situación actual que está atravesando la empresa Muebles Ortiz, S.A. y que previamente ha sido justificada. No obstante, se irá partiendo consecuentemente de lo general a lo específico. Y se irá generando la tendencia al uso de gran cantidad de tablas y figuras con la finalidad de entender de forma visual y sencilla que es lo que está ocurriendo.

Es en este apartado donde se comenzarán a concretar los primeros dos puntos que forman parte de las proyecciones del estudio. Tal como lo es el análisis del layout de la planta (con la metodología SLP) y la determinación numérica de los costos mensuales en los que está incurriendo la empresa con el pago de horas extra a sus colaboradores. Por otra parte, se examinarán los índices de productividad para verificar como una inoportuna distribución de planta puede influir en su resultado y así encontrar opciones de mejora.

De igual manera, se tomarán; con el uso de una boleta de registro y de la observación directa; las muestras concernientes a los reprocesos y se analizarán sus resultados. Esta parte es indispensable para el estudio, porque con esto se podrán determinar las causas que originan que una pieza de un mueble deba volver a efectuarse. Asimismo, podrá determinar la operación más afectada por la incidencia de retrabajos y los tiempos que se pierden al tener que efectuar dichas reparaciones.

Después de las consideraciones anteriores, se continuará con el estudio de la distribución actual de la planta. Abarcando aspectos, tales como el tipo de distribución que debe seguirse (una vez diseñado el diagrama producto-cantidad), las distancias de recorrido para ir de un proceso al otro (con el diagrama de-hacia), el diagrama de relaciones, para determinar el nivel de importancia y dependencia que tiene una actividad de la otra, entre otros puntos. Todo lo expuesto preliminarmente, puede observarse resumido en la Figura 19.

**Figura 19: Estrategia de diagnóstico**

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### Diagrama de flujo

El proceso da inicio con el diseño del mueble acorde a las especificaciones que han sido demandadas por el cliente. Esta actividad se hace gracias a un software llamado “Promob”, en el cual, se han de colocar las partes para cada pieza del mueble así como sus dimensiones. Y como un valor agregado, ofrece una aproximación del tiempo que se debería durar cortando dicho mueble y qué cantidad de material (melamina) se necesitará para su elaboración.

Una vez finalizada esta parte, se genera la orden de producción, es decir, la hoja con el diseño del mueble para la sección de corte y etiquetado. El corte de las piezas se hace en una máquina que calcula el porcentaje de utilización de los materiales y acomoda el diseño del mueble de la manera más eficiente posible para el máximo aprovechamiento del tipo de material del que se hará el artefacto. Cabe agregar que para el corte, además se emplea por aparte una sierra, que si bien no es tan industrial como la máquina anterior, es manejada frecuentemente para efectuar reprocesos de piezas que no han sido cortadas en las dimensiones adecuadas.

Esto se hace por cuestiones de tiempo, porque sería altamente improductivo parar la máquina con todo un proceso de corte de varias piezas para hacer un re trabajo. Y dado a que estos se realizan muy a menudo, el proceso se vería más afectado con grandes atrasos. Un punto por resaltar aquí, es que la parte de etiquetado, que consiste en la colocación de las dimensiones, tipo de mueble y nombre del proyecto al que pertenece la pieza, la ejecuta el colaborador de forma manual, porque esta sección de la máquina se ha dañado.

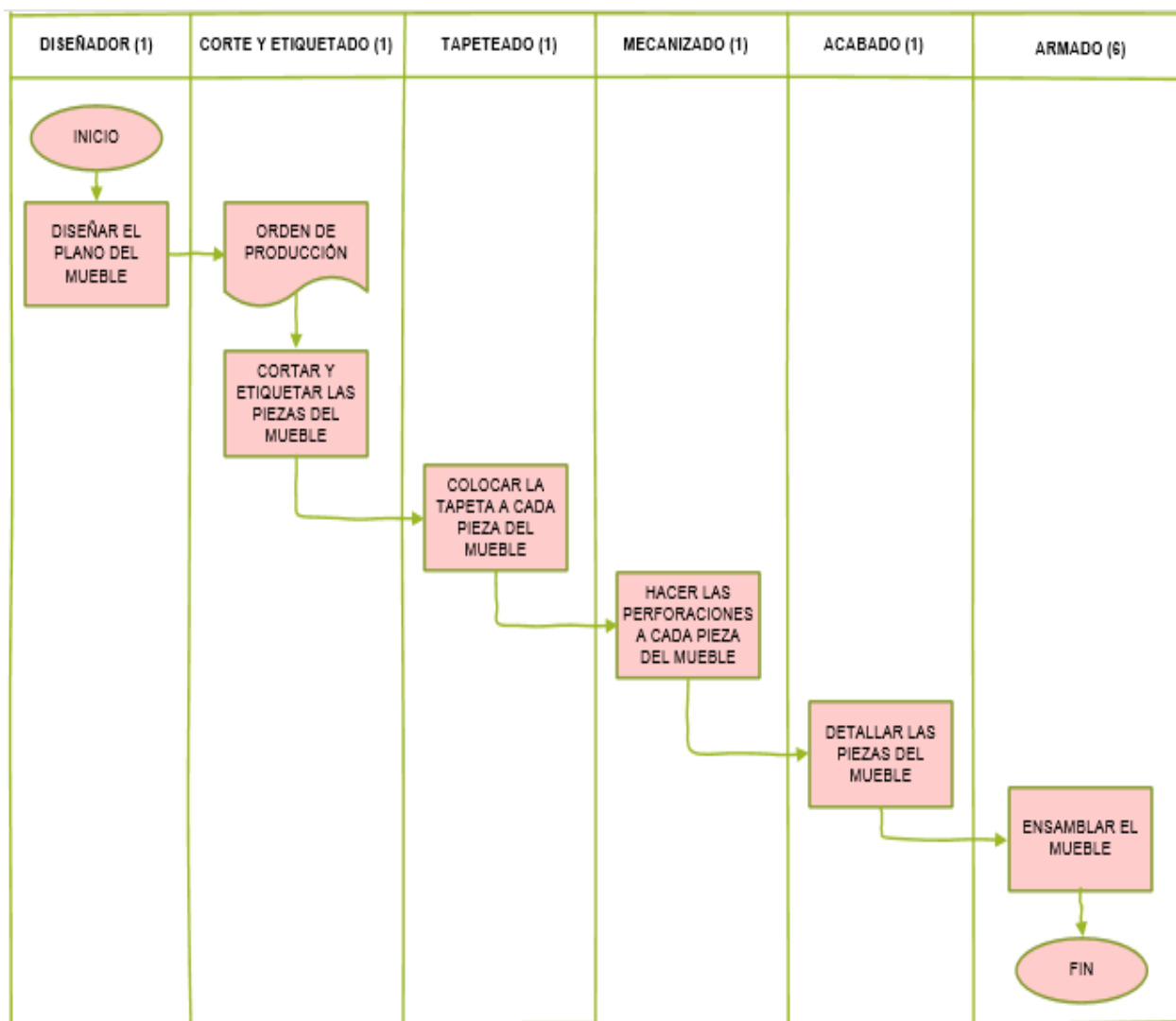
Después de cortados y etiquetados los segmentos del mueble, se pasa al proceso de tapeteado. Donde Braulio Solís, jefe de producción de la empresa en cuestión, con fecha de 30 de junio del 2017, señala que este concepto “consiste en adherir una banda de pvc a la melamina con un cemento especial (cola térmica)”. Para hacer este paso se cuenta con dos máquinas italianas. Una de ellas es más moderna y la segunda es empleada como respaldo ante un eventual mantenimiento correctivo de la primera. La única persona capaz de solucionar cualquier problema respecto de este dispositivo se encuentra en Panamá, y tarda hasta varios meses en arribar al país para repararla.

Terminada la fase anterior, las piezas que lo requieran son mecanizadas en otra máquina distinta. Lo cual, el autor anterior, con la misma fecha, se refiere a esto como “el proceso de hacer las perforaciones que se requieren para la colocación de cada herraje, es decir, soportes, bisagras y rieles ranurados para la colocación de los fondos. Para este proceso es necesario la utilización de un robot de mecanizado”.

Seguidamente, se procede a darle un acabado muy importante a cada una de las piezas del mueble, el cual consiste en lijarlos hasta llegar a su perfección. Este proceso es realizado por Patricia Ortiz, la hija del dueño de la empresa. Finalmente, cada uno de los muebles se ensambla para cerciorarse de que todas las piezas encajan correctamente y han sido fabricadas en las condiciones óptimas, antes de ir a instalárselo directamente al cliente. Hoy en día, existen dos secciones de armado localizadas en áreas de la planta completamente separadas. Este proceso de armado es el que más operarios requiere actualmente.

La instalación de los muebles no está contemplada en esta investigación debido a que es una actividad que se da fuera de la planta productiva. Específicamente en cada uno de los diferentes locales donde lo requiera el consumidor. Llámense casas, oficinas, condominios o torres habitacionales. Seguidamente, en la Figura 20 se observa el diagrama de flujo para la fabricación de muebles en la empresa Muebles Ortiz, S.A.

**Figura 20: Diagrama de flujo del proceso**



**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### Análisis de horas extra

El pago de horas extra es un asunto de todos los meses dentro de los cálculos de la planilla para la empresa en cuestión. Y pese a que han venido reduciéndose, no obstante, presentan muchísima variabilidad. A continuación, en la Tabla 6 se despliegan los históricos con la cantidad de horas extra y su costo implícito. Los mismos proporcionados por el asistente administrativo de la organización en lo que va de los meses de enero a junio del año en curso.

**Tabla 6: Históricos de horas extra Muebles Ortiz, S.A.**

Horas extra Muebles Ortiz S.A.						
Año 2017						
Mes	Cantidad hrs extra	Administración	Producción	Total administrativo	Total producción	Total hrs extra/mes
Enero	128	3	125	₡ 8,078	₡ 353,110	₡ 361,188
Febrero	396	37	362	₡ 95,014	₡ 940,789	₡ 1,029,078
Marzo	618	44	574	₡ 113,401	₡ 1,537,921	₡ 1,651,322
Abril	414	23	391	₡ 72,501	₡ 1,004,544	₡ 1,077,045
Mayo	308	20	288	₡ 52,001	₡ 735,969	₡ 787,970
Junio	308	20	288	₡ 213,741	₡ 582,016	₡ 795,757
<b>TOTAL</b>	<b>2,172</b>	<b>147</b>	<b>2,028</b>	<b>₡ 554,736</b>	<b>₡ 5,154,348</b>	<b>₡ 5,702,359</b>

**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

Se observa claramente el gran desperdicio (hablando en términos de colones), que el manejo inadecuado de su distribución de planta, tal como las largas distancias a recorrer entre un proceso y el otro, la aglomeración de materiales en tránsito y los constantes reprocesos ha significado para la compañía. Esto debido a que solamente en el lapso de los últimos seis meses presentados, se ha incurrido en 2 172 horas extra equivalentes a ₡5 02 359.

De ese gran total, mayoritariamente el 93,36% son efectuadas por personal del departamento de producción y solo el 6,64% por el área administrativa. Lo cual indica la constante brecha que existe para poder salir con la entrega de los muebles a tiempo. Del anterior historial, se desprende a modo reseña la Figura 21, en la cual se aprecia la tendencia creciente de dichas horas extra a inicios del año y cómo luego decayeron. Sin embargo, no han desaparecido por completo.

**Figura 21: Gráfico de horas extra**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Por las consideraciones anteriores, para demostrar que pese a que los cambios en el nivel de horas extra son muy espontáneos pero no dejan de ser y representar un costo para la empresa, se obtuvo con exactitud los porcentajes de variabilidad de un mes a otro (Tabla 7), teniéndose más facilidad para comprenderla por medio de la Figura 22:

Tabla 7: Porcentajes de variación

Meses	Porcentajes de variación de horas extra					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Horas extra	₡ 361,188	₡ 1,029,078	₡ 1,651,322	₡ 1,077,045	₡ 787,970	₡ 795,757
Variaciones		184.91%	60.47%	-34.78%	-26.84%	0.99%

Nota: Lilliana Cubero Arias

Figura 22: Gráfico de variación en horas extra



Nota: Lilliana Cubero Arias

Tal y como se percibe, al comparar la cantidad de horas extra habidas en febrero respecto a enero, se tiene que este dio un aumento gigantesco de 184,91%. En marzo con relación a febrero igualmente crecieron; esta vez en un 60,47% llegando a ser el mes más costoso en lo que va del año. En otros términos, al evaluar el mes de abril con marzo, este porcentaje más bien disminuyó en un 34,78%. El descenso continuó en mayo con un -26,84% para incrementar nuevamente un 0,99% en junio.

Para completar el análisis de esta variable de estudio, se obtuvo adicionalmente de la planilla, el total de horas laboradas por todos los colaboradores de la empresa (incluyendo administración y producción) Para conseguir así, su operacionalización (Tabla 8) y obtener el porcentaje de horas extra del total de horas laboradas y respaldar lo que ha sido descrito con anterioridad. En términos generales, se puede decir, que del total de horas trabajadas en estos últimos seis meses, el 9.01% corresponden solamente a horas extra. Que no solamente se dan los días sábado, empero a esto; con las planillas además se corroboró que ocurren entre semana.

**Tabla 8: Porcentajes de representación de horas**

Mes	Horas laboradas	Horas extra	% horas extra
Enero	2,695	128	4.76%
Febrero	3,345	396	11.83%
Marzo	5,135	618	12.03%
Abril	4,063	414	10.19%
Mayo	3,926	308	7.84%
Junio	4,946	308	6.23%
<b>TOTAL</b>	<b>24,109</b>	<b>2172</b>	<b>9.01%</b>

**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

Debido a que en ciertos meses esta variable ha bajado y sin explicación alguna, con la información anterior no es preciso considerar que las largas distancias de recorrido están interfiriendo con la cantidad consumida de horas extra. Y la información es insuficiente para afirmar que a mayor producción, mayores trayectorias por recorrer y por consiguiente; mayor tiempo consumido. Por esta razón, para poder hacer esta comparación, se obtuvo además, el histórico de muebles producidos de enero a junio. Tal y como se observa en la Tabla 9.

**Tabla 9: Histórico de muebles y horas extra**

Mes	Producción	Horas extra
Enero	127	128
Febrero	196	396
Marzo	199	618
Abril	187	414
Mayo	91	308
Junio	92	308

**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

A continuación, para fijar una existencia lógica entre el uso de mano de obra (horas extra) por mayor o menor producción, se realizaron dos pruebas distintas. En primer lugar, se obtuvo el coeficiente de correlación a raíz de los históricos preliminares (Tabla 10). Como resultado se generó una cifra de 0,67, indicando así la presencia de una relación positiva considerable entre estas dos variables mencionadas. Es decir, que conforme aumenta el volumen de producción de muebles, las horas extra se incrementan.

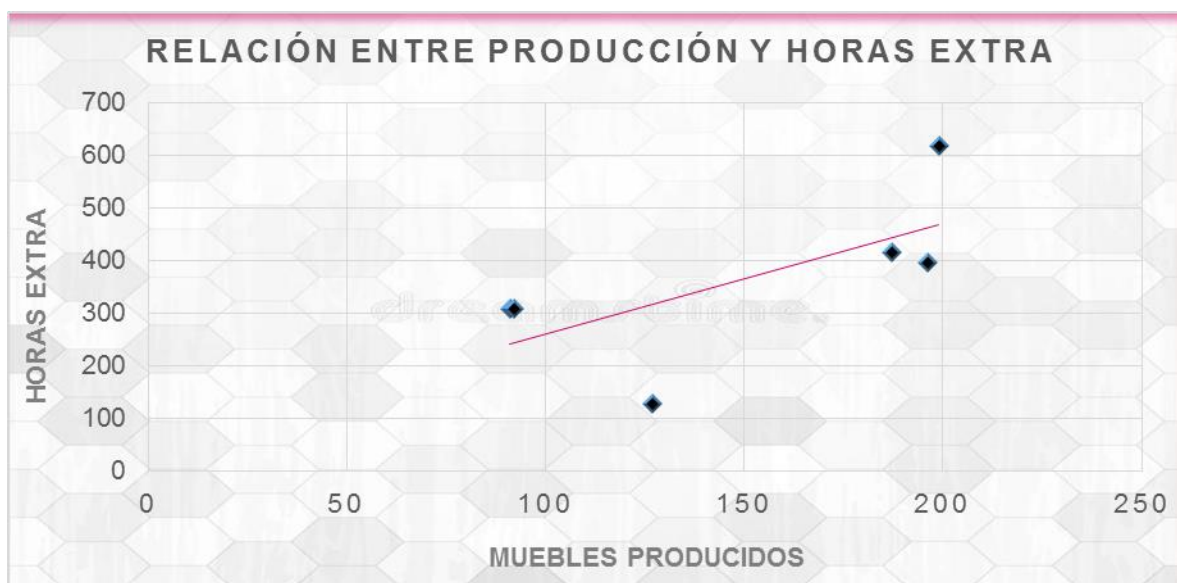
**Tabla 10: Coeficiente de correlación**

Coeficiente de correlación		
	Producción	Horas extra
Producción	1	
Horas extra	0.668321059	1

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Para apadrinar el dato anterior de modo visual, se ha elaborado un gráfico de dispersión (Figura 23). Del mismo, se puede apreciar la misma conclusión, ya que como se percibe con la línea de tendencia, conforme más muebles son producidos en la empresa, el nivel de horas extra se dispara. Mientras que, por el contrario, cuando la demanda de estos mobiliarios es menor, dichas horas se ven reducidas.

**Figura 23: Gráfico de relación entre producción y horas extra**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

La segunda prueba estadística elaborada para determinar el nivel de asociación entre las dos variables citadas es la que se conoce como chi-cuadrado. Para ello, antes de ver la deducción de su cálculo, se ha definido un nivel de significancia de 0.05 y se han establecido las siguientes hipótesis (Figura 24):

**Figura 24: Hipótesis para la prueba chi-cuadrado**

$H_0$  si  $p > \alpha$ : las horas extra y la producción son independientes (no están relacionadas)

$H_1$  si  $p \leq \alpha$ : las horas extra y la producción no son independientes (están relacionadas)

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Seguidamente, se introdujeron los históricos de la Tabla 9 al programa Minitab, obteniéndose estos resultados (Figura 25):

**Figura 25: Prueba de chi-cuadrado**

Prueba de chi-cuadrada			
	Chi-cuadrada	GL	Valor p
Pearson	82.530	5	0.000
Relación de verosimilitud	78.562	5	0.000

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Con base a estos datos, el estadístico de chi-cuadrado de Pearson es 82.530 (valor  $p=0.000$ ) y el estadístico de chi-cuadrada de relación de verosimilitud 78.562 (valor  $p=0.000$ ), se tiene que ambos valores son menores que el nivel de significancia de 0.05. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Concluyéndose así que hay una asociación estadística significativa entre la producción de muebles y las horas extra.

## **Muestreo de piezas reprocesadas**

Los resultados que en las próximas líneas van a exponerse comprende todas aquellas piezas de muebles que solamente en el mes de setiembre tuvieron que ejecutarse dos veces por a varias razones. Para mitigar el error que pudo haberse hecho al utilizar un muestreo de conveniencia y consecutivo, cada una de las operaciones fueron observadas durante dos horas. Esto para sustentar lo visto en el proceso con las anotaciones que hicieron los colaboradores.

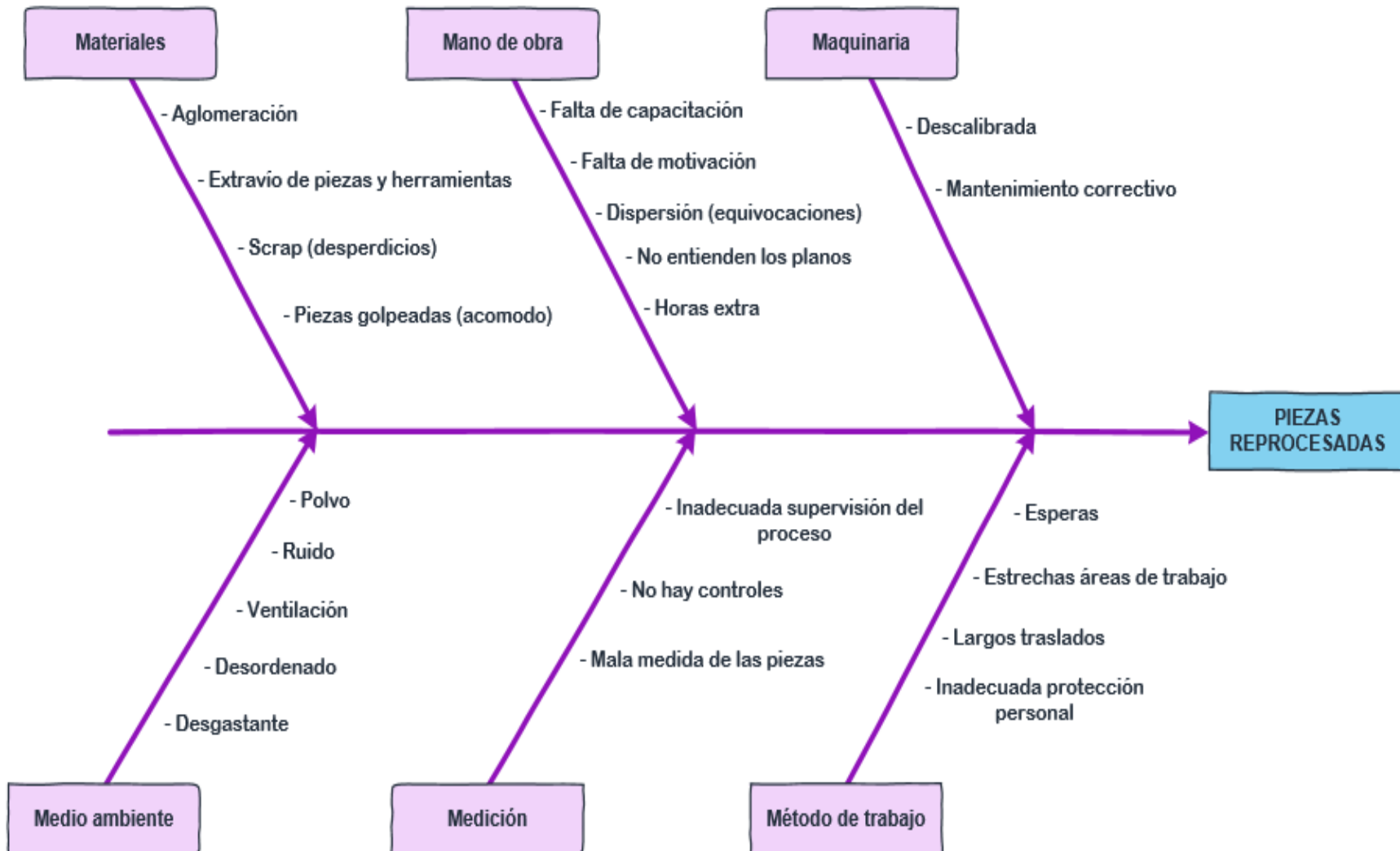
### **Diagrama de Ishikawa**

En la Figura 26 se parte por presentar mediante un diagrama de Ishikawa cada uno de los factores que interfieren para que las piezas se deban reprocesar. Con referencia a los materiales, un punto muy importante es que dado al desorden que hay en la empresa, las piezas se pierden y se golpean en el acomodo. Por esto, deben realizarse una vez más, reduciendo así, el espacio de la planta, por los desechos que se van acumulando.

Por otra parte, se distingue que la máquina de tapeteado origina ciertas fallas. Esto debido a que en ocasiones, cuando se le coloca la tapeta a la melamina, el aparato minimiza la dimensión de los bordes a la pieza, por lo que ya no se puede utilizar más. En este mismo orden y dirección, las máquinas nunca se revisan, solamente cuando se detienen, por lo que no existe el mantenimiento preventivo. Además, en ninguna parte del proceso existe una zona de control donde se verifique que las piezas van siendo fabricadas correctamente.

El medio ambiente que rodea la organización está rodeado de ruido, polvo y escasa ventilación para los trabajadores. Esto interfiere en su motivación hacia las labores que hacen. Por las constantes horas extra que deben hacer se encuentran agotados. Y eso hace que se dispersen con frecuencia y una que otra pieza la dañen, para volverla a hacer nuevamente. Por otro lado, sus áreas de trabajo son insuficientes, especialmente para los ensambles y los reprocesos generan esperas entre una actividad y la otra. Asimismo, la capacitación que se les brinda es insuficiente y la mayoría de ellos alegan que no entienden bien los planos con los muebles de producción.

**Figura 26: Diagrama de Ishikawa de piezas reprocesadas**



Nota: Lilliana Cubero Arias

### Diagrama de Pareto

Los resultados de las boletas completadas por los operarios en el mes de setiembre y que incluyen la información de cada una de las piezas de muebles que fueron reprocesadas se pueden visualizar en el Apéndice D. Por otra parte, se recibieron los planos con los históricos de cada uno de los muebles para poder hacer una comparación y obtener la cantidad de piezas por cada mobiliario. Así como la cantidad total de metros cuadrados utilizados de melamina y metros lineales de tapeta para fabricarlos, incluyendo los reprocesos realizados.

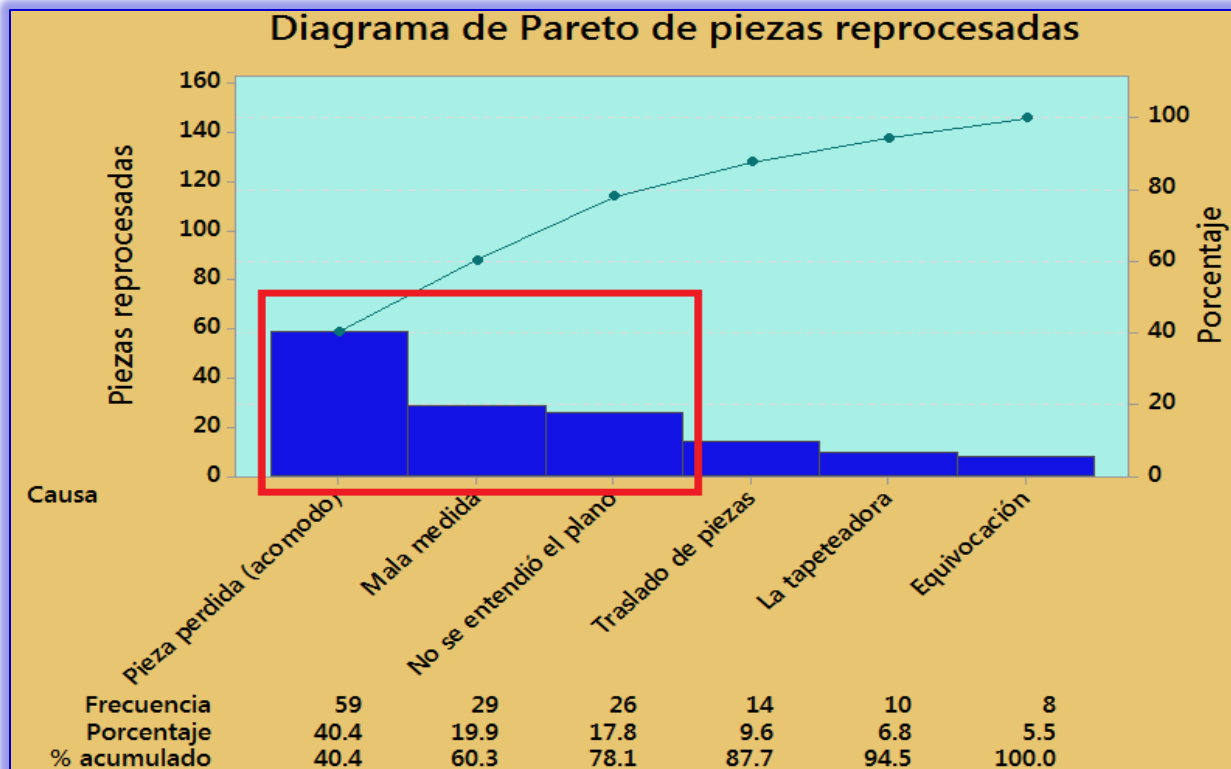
Si se observa detenidamente el último apéndice señalado, 558 piezas debieron ser elaboradas por todos los muebles en setiembre. No obstante, 146 de ellas tuvieron que ser realizadas dos veces. Lo cual indica que hubo un reproceso del 26%, que si se traslada a tiempo representa 123 horas laborales destinadas a hacer reprocesos. Se han extraído los resultados con las causas primordiales de esos re-trabajos que deben conocerse para enfocar ahí los esfuerzos y consecuentemente ver mejoras. La Tabla 11 resume su precedencia, así como la frecuencia en la que se dieron, siendo el insumo principal para el Pareto diseñado en la Figura 27.

**Tabla 11: Causas de los reprocesos**

Causa	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
Pieza perdida (acomodo)	59	40%	40%
Mala medida	29	20%	60%
No se entendió el plano	26	18%	78%
Traslado de piezas	14	10%	88%
La tapeteadora	10	7%	95%
Equivocación	8	5%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>		

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

**Figura 27: Diagrama de Pareto de piezas reprocesadas**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Del anterior diagrama se puede decir que existen tres categorías relacionadas ampliamente en un 78,1% con las causas de las piezas reprocesadas. Siendo estas las piezas extraviadas durante el acomodo, las malas medidas de las piezas y el no entender los planos de los muebles correctamente. Por lo cual, si se eliminan estas tres causas desaparecería la mayor parte de los reprocesos.

Los operarios afirman que las piezas se pierden debido al desorden que hay en la organización y por eso deben volverlas a realizar. Las malas medidas se dan debido a una mala ejecución del proceso de corte. No obstante, aseveran que esto es generado por no entender con claridad los planos de producción. Los cuales, son bastante complicados para razonar debido a que una vez que el diseñador los ha elaborado en computadora, por diversas modificaciones que exige el cliente el dueño de la empresa cambia las medidas a mano alzada sobre el diseño que ya estaba plasmado, por lo que resulta confuso entenderlos. Un ejemplo de esto se muestra en el Apéndice E.

Del 21,9% de las causas restantes (que son minoría), se ha analizado que al trasladar las piezas por los angostos pasillos o por estarlas moviendo constantemente de un lugar a otro sufren golpes fuertes que las hace inservibles. Además, la tapeteadora forma parte de este porcentaje por razones ya descritas con anterioridad. Y finalmente, el rubro con menos recurrencia son las equivocaciones de los operarios, donde por ejemplo, atornillan mal las piezas.

Para especificar más la información, en la Tabla 12 se muestra la cantidad de piezas mal elaboradas *detectadas* en cada una de las operaciones. Estos resultados *no* indican la operación que más piezas incorrectas realiza, sino que han sufrido grandes atrasos por las razones que arroja el Pareto de causas. Se puede ver, cómo gran cantidad de piezas perjudica especialmente a la sección de armado y cómo piezas con malas dimensiones no son detectadas en ninguna actividad previa por la falta de supervisión, sino hasta que los operarios de ensamble van a armar los muebles y los segmentos no les calzan.

**Tabla 12: Operaciones con más afectación de reprocesos**

Operación	Frecuencia de causas	Tiempo perdido (min)
<b>Armado</b>	<b>89</b>	<b>4448</b>
Pieza perdida (acomodo)	55	2600
Traslado de piezas	10	390
Mala medida	9	484
Equivocación	8	329
La tapeteadora	7	645
<b>Corte</b>	<b>39</b>	<b>2236</b>
No se entendió el plano	26	1704
Mala medida	11	457
Traslado de piezas	1	55
Pieza perdida (acomodo)	1	20
<b>Mecanizado</b>	<b>14</b>	<b>495</b>
Mala medida	9	279
Traslado de piezas	3	131
Pieza perdida (acomodo)	2	85
<b>Acabado</b>	<b>3</b>	<b>180</b>
La tapeteadora	3	180
<b>Tapeteo</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Pieza perdida (acomodo)	1	36
<b>Total</b>	<b>146</b>	<b>7395</b>

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

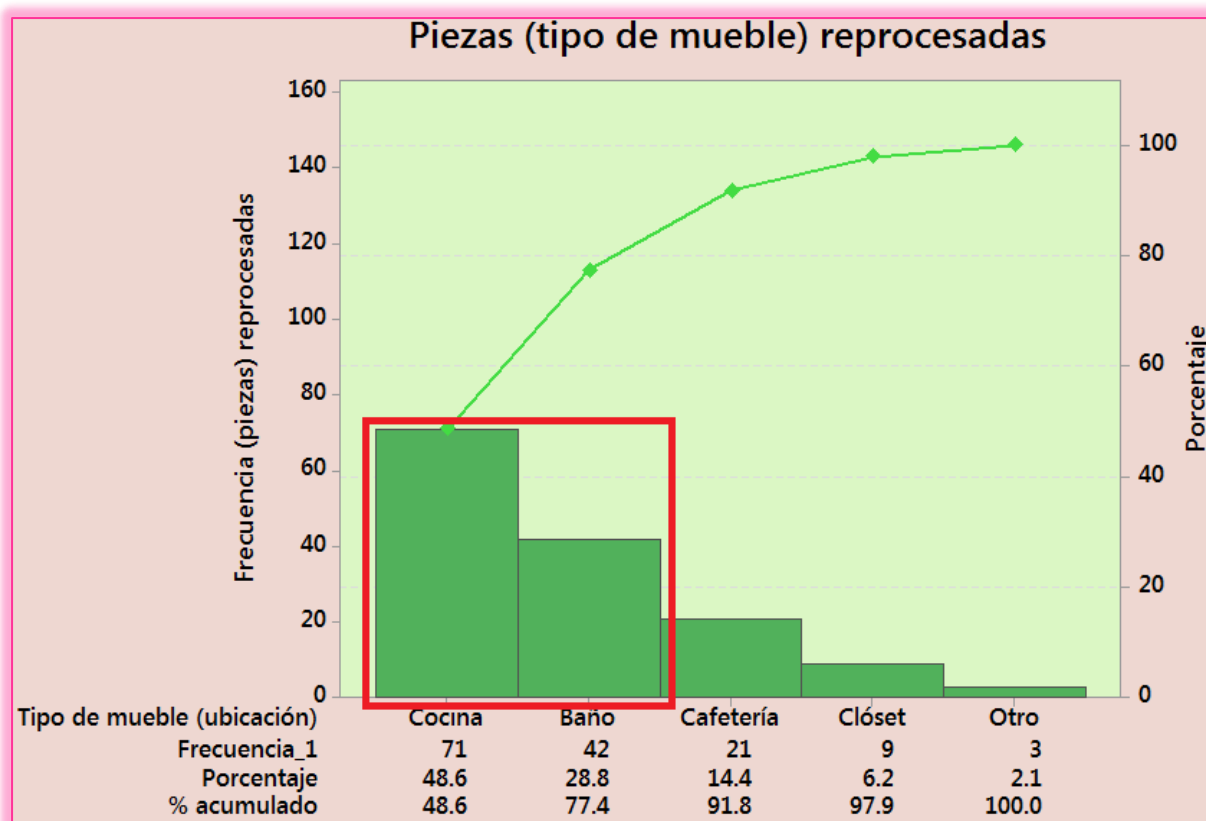
Adicionalmente, para saber a qué tipo de muebles pertenecen las piezas con más reprocesos en la planta de Muebles Ortiz, S.A., se ha creado otro Pareto (Figura 28) cuya fuente principal es la Tabla 13. Según se distingue, el 77,4% de los reprocesos están dados en piezas pertenecientes a muebles para cocina y baños. Y una menor proporción para los mobiliarios de cafetería, clóset, dormitorios y estaciones de trabajo.

**Tabla 13: Incidencia del tipo de muebles (piezas) reprocesadas**

Tipo de mueble (ubicación)	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
Cocina	71	49%	49%
Baño	42	29%	77%
Cafetería	21	14%	92%
Clóset	9	6%	98%
Dormitorio	2	1%	99%
Estaciones de trabajo	1	1%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>		

Nota: Operarios de Muebles Ortiz S.A

**Figura 28: Diagrama de Pareto de tipo de muebles (piezas) reprocesadas**



Nota: Lilliana Cubero Arias

### Cálculo de productividades

Dado que las deficiencias en una distribución de planta pueden afectar directamente la productividad de la empresa, se examinarán seguidamente sus índices de productividad parcial. Incluyendo tres factores principalmente: la mano de obra, la maquinaria y los materiales. Se ha escatimado el uso de la productividad total, ya que por los problemas que presenta la organización se conoce que es altamente improductiva, además de que esta brinda únicamente un valor global de la compañía sin permitir profundizar cuáles de sus áreas están teniendo desfases.

#### Productividad parcial de la mano de obra

En la Tabla 14 se ha efectuado el cálculo de los índices de productividad de la mano de obra por hora en lo que va de los meses de mayo a julio. Las fuentes empleadas para su realización parten de la cantidad de muebles fabricados de dichos meses, dividido entre las horas laboradas (que ya incluye la cantidad de operarios con sus días trabajados). Cabe decir, que estas horas incluyen las extras hechas por los colaboradores y, por otra parte, se les ha descontado los treinta minutos de almuerzo y los quince minutos para tomar café diarios. Con respecto al mes de junio (que presenta más días laborados), ese incremento de cuatro días significa que se trabajó los días sábado.

**Tabla 14: Cálculo de la productividad parcial mano de obra**

PRODUCTIVIDAD PARCIAL MANO DE OBRA POR HORA						
Mes	Cantidad muebles	Cantidad operarios	Horas trab.	Días lab.	Productividad	Fórmula
Mayo	91	11	2235	20	0.04	$\frac{\text{Cantidad de muebles producidos/mes}}{\text{Horas MO laboradas}}$
Junio	92	11	2761	24	0.03	
Julio	99	11	2011	20	0.05	

Nota: Lilliana Cubero Arias

Como se ha podido observar, la cantidad de operarios se ha mantenido en todos los meses y durante los tres meses no se logró concretar ni un solo mueble en una hora. No existe un valor establecido como estándar por la empresa, porque esta información nunca antes había sido recopilada. Pero para poder hacer una comparación entre los meses mostrados, se puede decir, que en junio con respecto a mayo se vio disminuida en un 18,18%, mientras que en julio con respecto a junio por otra parte, aumentó en un 47,75%.

Conforme a estos resultados puede inducirse que entre más horas se trabajen en la planta de producción, más disminuye la productividad de la mano de obra. Y, por el contrario, entre menos horas se laboren, los operarios se convierten más productivos, pudiendo llegar a generar mayor cantidad de mobiliarios. Esta relación mencionada entre horas laboradas y los índices de productividad queda demostrada en la Figura 29.

**Figura 29: Relación de productividad con horas trabajadas**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### Productividad parcial de la maquinaria

En la Tabla 15 se detalla cada uno de los datos requeridos para la obtención de los índices de productividad parcial para la maquinaria, igualmente en lo que va de los meses de mayo a julio del año en curso. Tal y como se observa, existen tres máquinas principales dentro de la empresa (la de tapeteado, la de corte y la de mecanizado) Para cada una de ellas se tiene por mes la cantidad de horas trabajadas y los días laborados.

**Tabla 15: Datos de la maquinaria requeridos para productividad parcial**

Datos requeridos sobre la maquinaria						
Máquina tipo	Horas máq. trabajadas			Días laborados/máq		
	Mayo	Junio	Julio	Mayo	Junio	Julio
Tapeteo	150	130	79	20	24	20
Corte	159	146	84	20	24	20
Mecanizado	127	107	63	20	24	20
<b>TOTAL</b>	<b>436</b>	<b>383</b>	<b>226</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>20</b>

Nota: Muebles Ortiz, S.A.

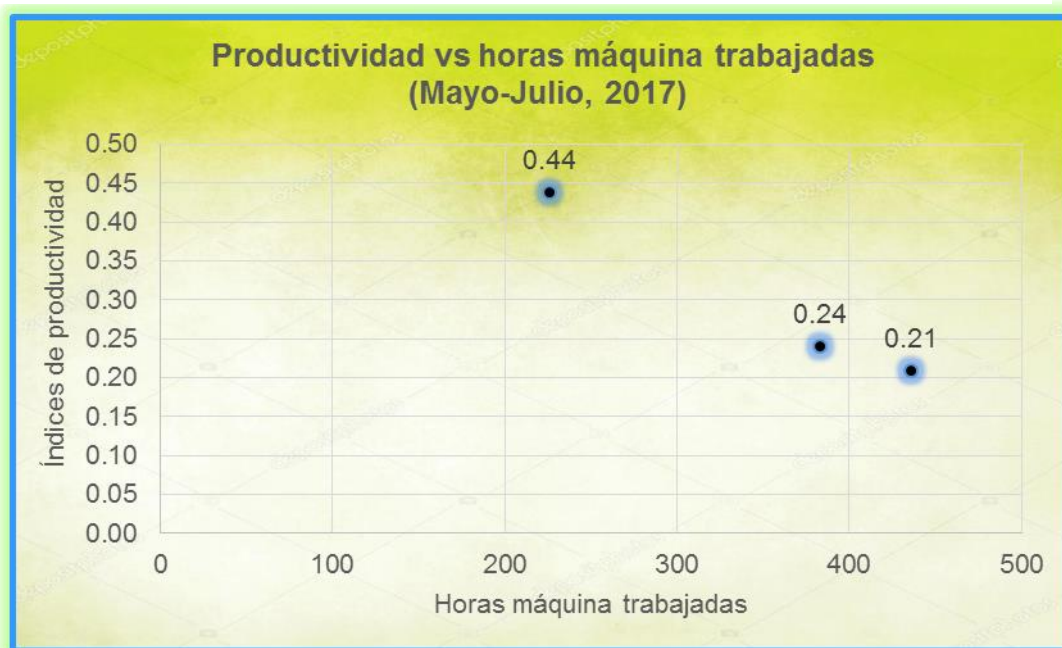
Después de lo anterior expuesto, procede a calcularse los índices de productividad de las máquinas (Tabla 16). Tomando un mes sobre el otro como estándar para comparar, se puede decir que en junio con respecto a mayo aumentó un 15,09% y en junio con respecto a julio volvió a incrementar, pero esta vez en un 82,36%. Si se presta un poco de atención, se distingue que la maquinaria sigue un patrón muy similar a productividad de la mano de obra, dado a que entre menos horas estén en funcionamiento, más productivas son. Esto se ha representado gráficamente en la Figura 30.

**Tabla 16: Cálculo de la productividad parcial- maquinaria**

PRODUCTIVIDAD PARCIAL MAQUINARIA POR HORA						
Mes	Cantidad muebles	Cant máq trab	Hrs máq trab	Dias máq trab	Productividad	Fórmula
Mayo	91	3	436	20	0.21	$\frac{\text{Cantidad de muebles producidos/mes}}{\text{Horas MÁQ trabajadas}}$
Junio	92	3	383	24	0.24	
Julio	99	3	226	20	0.44	

Nota: Lilliana Cubero Arias

**Figura 30: Relación de productividad con horas máquina trabajadas**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### **Productividad parcial de los materiales**

La productividad de los materiales ha sido producida de manera distinta a las dos anteriores. Dado a las situaciones que afronta la empresa (consecuencias de una inadecuada distribución de planta), gran cantidad de datos no se tienen registrados y es difícil estimarlos. No obstante, esto fue previsto para obtener cierta información junto con el muestreo de piezas reprocesadas. Cabe aclarar, que la productividad de los materiales se ve directamente afectada cuando ocurre un re-trabajo, puesto que por cada pieza dañada se debe incurrir en un doble uso de material. Constituyendo la melamina y las tapetas los insumos principales.

En la Tabla 17 se han calculado los índices de productividad de ambos materiales para el mes de setiembre. La melamina se mide en metros cuadrados mientras que las tapetas en metros lineales. La cantidad de melamina utilizada para producir se obtuvo de los planos de muebles que anteriormente fueron brindados por la organización. La proporción de metros cuadrados reprocesados se adquirió del muestreo.

Por otra parte, la cantidad de metros usados y reprocesados de tapeta fueron brindados por la jefatura de producción. De los resultados presentados, el punto más significativo es que en tan solo un mes, la cantidad de melamina reprocesada abarca un 25% del total de metros cuadrados usados para la producción. Y en lo que respecta a las tapetas, el 21% de material tuvo que pasar por un reproceso. Siendo ambos porcentajes bastante elevados.

**Tabla 17: Cálculo de la productividad parcial de los materiales**

<b>PRODUCTIVIDAD PARCIAL DE LOS MATERIALES</b>		
<b>Fórmulas</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Resultados</b>
<b>PRODUCTIVIDAD PARCIAL MELAMINA</b>		
Cantidad de m <sup>2</sup> de melamina usados para producir en setiembre	=	9260
m <sup>2</sup> no reprocesados + (m <sup>2</sup> reprocesados x 2)	=	6960 + (2300 x 2)
		= 0.80
<b>PRODUCTIVIDAD PARCIAL TAPETA</b>		
Cantidad de m. de tapeta usados para producir en setiembre	=	6017
m. no reprocesados + (m. reprocesados x 2)	=	4753 + (1264 x 2)
		= 0.83

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### Utilización de la metodología SLP

#### Principios básicos de distribución de planta

En las siguientes líneas se comenzarán a evaluar individualmente los seis principios de distribución de planta para Muebles Ortiz, S.A. a como se encuentra el día de hoy. Y por ende, sus debilidades deberán ser tomadas en cuenta al momento de establecer las mejoras:

### **1. Principio de la integración de conjunto.**

Actualmente, esta primicia no se cumple a cabalidad debido a que como se irá mencionando, el acomodo del proceso no conlleva un orden secuencial y actividades que debiesen de estar cerca se encuentran muy separadas. Esto ocasiona que los hombres, materiales, maquinaria y las diferentes actividades auxiliares se dispersen y por consecuente, vayan en caminos por separado, lo cual, genera interrupciones y evita la continuidad de las labores diarias.

### **2. Principio de la mínima distancia recorrida.**

Este otro aspecto tampoco está contemplado en la distribución de planta vigente. En efecto, este es uno de los factores elementales por los cuales se busca realizar una mejora. Dado a que los traslados para ir de una operación a la otra no aplican una mínima distancia. Tal y como se verá en el diagrama de-hacia, hay actividades que por su naturaleza conllevan una constante relación y que su traslado implica el atravesar toda la planta productiva de extremo a extremo.

### **3. Principio de la circulación o flujo de materiales.**

El proceso que se sigue hoy día para la elaboración de los muebles no está ordenado al mismo ritmo al que se deben ir tratando hasta lograr el montaje de cada una de las piezas. Por lo tanto, al no estar los procesos ubicados estratégicamente la circulación se ve interrumpida. El flujo que siguen los materiales por toda la planta se verá a mayor profundidad con el diagrama de recorrido diseñado más adelante.

### **4. Principio del espacio cúbico.**

Al llegar a este principio, se ha prestado atención a que el espacio cúbico no es aprovechado en su totalidad. No toda la dimensión de la planta hace uso de su espacio tanto vertical como horizontal. Y la razón por la que se ha venido utilizando (amontonamiento de material) es porque debido al desorden que hay, inevitablemente las áreas de trabajo y pasillos se han venido reduciendo. Por otra parte, no se cuenta con instrumentos para la explotación de estos puntos como por ejemplo, el uso de racks, a excepción de la bodega de herrajes y de flejes y/o tapetas.

## 5. Principio de la satisfacción y de la seguridad.

Este tema es uno de los más elementales a tratar como parte de una adecuada distribución de planta. A la fecha, hay tres condiciones principales que lo están afectando. La primera de ellas es que debido al desorden que hay, el transitar diario de los operarios cada día se vuelve más peligroso. Esto debido a que no hay pasillos delimitados y las áreas que hay para caminar se encuentran aglomeradas y llenas de material con el que pueden tropezar en cualquier momento. Lo anterior se distingue en la Figura 31 y en la Figura 32.

**Figura 32: Planta productiva sección uno**



**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

**Figura 31: Planta productiva sección dos**



**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

En segundo lugar, el área de producción es muy caliente y no se cuenta con aire acondicionado. Esto genera cierto grado de insatisfacción entre los colaboradores que puede interferir con sus labores. Finalmente, por las condiciones de la empresa, diariamente se está cortando madera y se producen grandes cantidades de aserrín y el tipo de protección no es la adecuada y la mayor parte del tiempo los operarios no utilizan estos instrumentos. Esta carencia puede provocar alergias y otros malestares entre los trabajadores. Cabe enfatizar que hasta la fecha, pero a las condiciones establecidas, no se ha reportado ningún tipo de accidente laboral.

## **6. Principio de la flexibilidad.**

Debido al constante y exigente cambio en el mercado, los dueños de la organización han estado en busca de mejoras para lograr adaptarse a los requerimientos de sus clientes y han hecho todo lo que está a su alcance para satisfacerlos. Sin embargo, por el inadecuado manejo de su planta, su flexibilidad ha venido empobreciéndose. Por esa razón, han buscado la ayuda de un profesional que venga a solventar esa necesidad con rapidez y sin mayores costos.

### **Factores que afectan la distribución de planta**

Puesto que cada organización es distinta, es necesario analizar cada uno de los ocho factores que inciden en la distribución de planta de la empresa en estudio. Además de la importancia que engloba cada uno de ellos y su interrelación:

#### **1. Factor material.**

Como parte fundamental de este factor, es relevante comenzar a mencionar cuáles son los materiales que se manejan dentro de la planta productiva y que por ende, por sus características, deben tomarse en cuenta ciertas consideraciones especiales. El insumo principal utilizado es la melamina en diferentes colores, los cuales varían de acuerdo a lo solicitado por el cliente. No debe estar en contacto directo con el suelo ni el agua debido a que su calidad puede verse afectada. Para evitar la unión de este material con el suelo se coloca una tarima como base. No existe un orden para localizarlo, por lo que sus distintos colores se mezclan y luego es difícil encontrarlos.

Asimismo, se usan los flejes o tapetas (llamadas así dentro de la empresa), que son almacenados y asegurados en racks. Actualmente, este material no presenta mayores complicaciones ya que la parte administrativa le tiene un seguimiento continuo. Por otra parte, recientemente, la empresa adquirió un tanque con pegamento en spray (Figura 33) localizado en la segunda sección de la planta y utilizado para dar un enchapado especial a pocos muebles. Requiere de ciertas condiciones especiales por su alto nivel de riesgo, y no las tiene. Esto está ocasionando que durante su uso, las paredes que lo rodean, así como los muebles cercanos se llenen de pegamento.

**Figura 33: Tanque de pegamento en spray**



**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

Otra materia prima empleada para el armado de los mobiliarios son los herrajes y demás herramientas necesarias para efectuar mantenimiento. Que constituyen artículos tales como: tornillos, clavos, bisagras, martillos, entre otros. Se ubican en una bodega en un segundo piso en racks, pero de forma desordenada. Tal es el caso que constantemente se desconoce en qué parte exacta del stock se encuentran. Interfiriendo así con el proceso productivo y generando atrasos.

En último lugar, con referencia a este primer factor, se debe prestar atención a los desperdicios de melamina. Puesto que esto sacrifica un porcentaje importante de espacio dentro de la empresa (que se conocerá con exactitud más adelante) Además de que aumenta el material en proceso debido a las interrupciones que se ocasionan al no encontrar las piezas respectivas, en el momento correcto.

## 2. Factor maquinaria.

Dentro de este factor se proporciona información acerca de cada una de las máquinas que tiene Muebles Ortiz, S.A. Abarcando aquellas de producción, las herramientas manuales y las de repuesto o inactivas. Como aparatos de producción se tiene: dos máquinas de corte, dos de tapeteado y una de mecanizado. Cabe enfatizar que una de las máquinas de corte es menos moderna, sin embargo, funcional y se encuentra inactiva ocupando espacio en la planta desde hace siete años. Mientras que una de las de tapeteado, como se ha indicado con anterioridad, se utiliza como respaldo de la otra dado a que su mantenimiento puede tardar varios meses en efectuarse.

De igual forma, se posee una sierra, localizada en la sección uno de la planta de producción que es manejada de forma manual. A pesar de las diversas carencias que engloba la distribución de planta de la empresa, es importante mencionar que toda la maquinaria, al menos, se encuentra debidamente señalada con indicaciones de precaución ante su uso y con un extintor cercano. Así como es demostrado en la Figura 34.

**Figura 34: Maquinaria con indicaciones de precaución**



**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

### 3. Factor hombre.

Al llegar a este factor, se debe contemplar la presencia de toda la mano de obra dentro de la organización, incluyendo jefes, supervisores y personal de actividades auxiliares. En otro orden de ideas, no debe escatimarse la observación a las condiciones de trabajo y seguridad en la que se desarrollan día a día las distintas operaciones. Habiendo aclarado esto, se puede comenzar a decir que de las veinticinco personas que trabajan en la empresa, siete pertenecen a labores administrativas y los dieciocho restantes que abarcan la planilla son de producción (incluyendo cinco operarios de instalaciones que no forman parte de este proyecto por razones ya descritas).

Como encargados de ejercer control, aparte de los dueños, se cuenta con una persona que lidera la producción y un sub-jefe. Además, de un encargado para la bodega de herrajes. Todo este personal se encuentra laborando en un ambiente con un nivel de riesgo bastante alto, Ya que si bien, los suelos no son resbaladizos, las demás condiciones no son las deseables para un área de trabajo. Los pasillos no se hallan libres de obstrucciones (Figura 35), por el contrario, están bastante saturados de material. Esto representa una gran amenaza ante un caso de emergencia, por citar un ejemplo, un sismo de gran magnitud.

**Figura 35: Pasillos obstruidos**



**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

Se ha observado que por el movimiento que se le hace al material el personal de producción presenta afectaciones en su espalda y cintura. Por otra parte, la zona donde se está usando el pegamento en spray se está viendo aún más expuesta debido a que no existen las medidas necesarias para su correcto alojamiento y esto pone en trance la seguridad de los colaboradores. Igualmente, no existen salidas de emergencia ni rutas de evacuación dentro de la planta. Los colaboradores se encuentran comprometidos a grandes emisiones de ruido, al polvo, a una escasa ventilación y consecuentemente al calor.

#### **4. Factor movimiento.**

En la planta de producción, diariamente los materiales (melamina) y los operarios son los que ejercen mayor movimiento. No obstante, se ha observado que para trasladar las láminas de melamina conforme así lo vaya requiriendo el proceso, no existe ningún tipo de transporte interno como montacargas o algún tipo de vehículo industrial. Esto puede incidir, primero, en la seguridad de los trabajadores, y segundo, de alguna manera afectar las condiciones de la materia prima. Perjudicando así los índices de productividad de la organización.

#### **5. Factor espera.**

Este factor se da frecuentemente en la empresa dado a las condiciones en las que se encuentra la distribución de su planta. Y se puede analizar desde dos puntos de vista, en primera instancia, al generarse constantes reprocesos, esto influye directamente en la secuencia del proceso, ocasionando atrasos de producción. Al ocurrir eso, el tiempo que tarda el material en proceso aumenta, quitando espacio y generando grandes acumulaciones dentro de las instalaciones.

#### **6. Factor servicio.**

Dentro del factor servicio se validarán varios aspectos, entre ellos: los servicios relativos al personal, los de las instalaciones para los colaboradores, la protección contra el fuego, la iluminación, la calefacción y ventilación, los servicios en las oficinas y finalmente cómo es manejado el servicio de mantenimiento para la maquinaria e instalaciones en general dentro de la compañía.

Partiendo de los servicios relativos al personal, como se ha nombrado en varias ocasiones, los operarios están expuestos a recorrer largas distancias como parte del proceso, donde algunas de ellas son improductivas y no secuenciales acorde con su desplazamiento. En otro sentido, analizando las instalaciones para el uso de los colaboradores se tiene que el parqueo con el que se cuenta es muy pequeño. Además, es el que divide las dos secciones de la planta y no posee techo, por lo que para trasladarse de un punto al otro están expuestos a las condiciones del tiempo. Implicando así, que deban asolearse o mojarse.

Luego, el servicio sanitario y vestuario ofrecidos, especialmente al personal de producción presenta grandes áreas de mejora debido a que son muy pequeños y no presentan una condición de limpieza adecuada. Tanto así, que prefieren evitar usarlo y esto afecta su motivación al realizar las labores que les corresponde. Aparte de que la empresa no posee un comedor y el personal debe alimentarse, o en las mismas oficinas (si es personal administrativo), o en las afueras de la planta o en cualquier lugar donde encuentren un espacio (si son los colaboradores que fabrican los muebles).

Al evaluar el servicio de protección contra el fuego, todos los extintores que existen en las diferentes áreas de la planta (más de siete) se encuentran en buenas condiciones. No obstante, el personal no ha sido entrenado acerca de su funcionamiento. En lo que respecta a las condiciones de iluminación, no existen inconvenientes con este punto. Mientras que referente a la calefacción y ventilación sí, dado que la zona de producción es muy caliente (especialmente en la sección dos), y no se tiene ningún medio que proporcione ventilación. Inclusive, este problema se presenta en las oficinas.

Para la comodidad de todas las actividades que se realizan en el área de las oficinas y dado a que la organización está en una constante expansión, no se dispone de un espacio confortable para el personal. Ya que en una sola oficina se encuentran trabajando hasta seis personas y las zonas para transitar son angostas. Y en último lugar, acerca del servicio de mantenimiento para la maquinaria de la empresa, lo que se aplica es un mantenimiento correctivo, es decir, no se hacen revisiones periódicas, hasta que la máquina falla por completo.

## 7. Factor edificio.

Este factor en la empresa Muebles Ortiz, S.A., está constituido por las dos secciones que se tienen para la planta de producción, separadas por el sector destinado para el parqueo. La superficie de la primer área abarca 303,15 m<sup>2</sup> y la segunda mide 280 m<sup>2</sup>, para alcanzar una dimensión total de 583,15m<sup>2</sup>. Como parte de su infraestructura, las instalaciones no cuentan con ventanas, a excepción de las oficinas en el segundo piso de la primera zona que dan hacia la parte de manufactura. Además, las paredes no son contra ruido, están fabricadas mayoritariamente de zinc, block y baldosas.

## 8. Factor cambio.

Los dueños de la organización han ido comprendiendo que lo único constante es el cambio. Es por esa razón, sumado a las exigencias del mercado percibidas, que la empresa se ha tenido que actualizar con nuevas tendencias acerca de muebles y han adquirido nueva maquinaria. Sin embargo, en una lucha constante para cumplir con este objetivo, la distribución de su planta nunca se previó hacia el futuro y ahora se están sufriendo las consecuencias. Se lucha día tras día a favor de la optimización del espacio y por tener un área de trabajo ordenada y saludable.

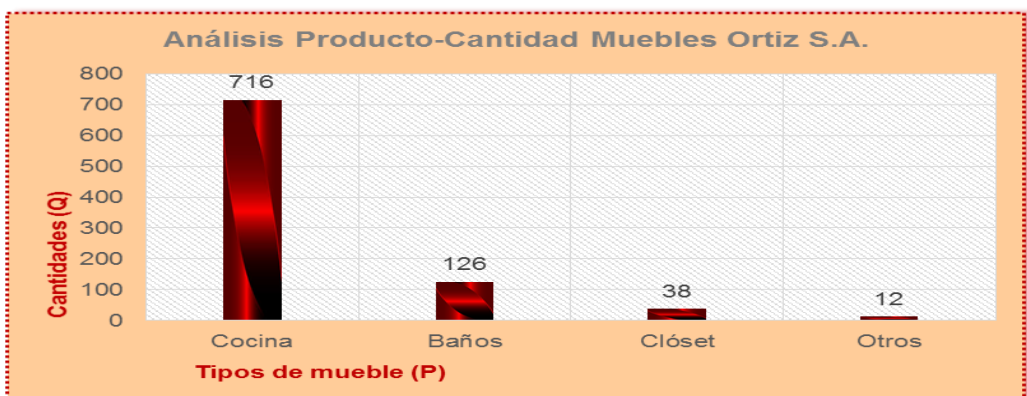
### Análisis PQ

Al llegar a este punto lo que se hará es el análisis producto-cantidad para determinar el tipo de distribución de planta adecuado para la empresa en estudio. Los históricos con las cantidades de muebles fabricados de enero a junio del presente año fueron proporcionados por la organización. Como se observa en la Tabla 18, los tipos de muebles realizados son básicamente para cocina, baños y closets. Dentro de la categoría “otros”, se incluyen escritorios, cubículos para oficina, mobiliarios para lavandería y alacenas. De esta tabla, además, se desprende la Figura 36 abajo presentada.

**Tabla 18: Datos para el análisis P-Q**

Análisis P-Q	
Tipos de muebles	Cantidades (Enero-Junio)
Cocina	716
Baños	126
Clóset	38
Otros	12

Nota: Muebles Ortiz, S.A

**Figura 36: Gráfico Producto-Cantidad**

Nota: Lilliana Cubero Arias

Se puede concluir de este gráfico por la tendencia que presenta, que lo ideal para la empresa Muebles Ortiz, S.A., es una distribución de tipo mixta. Es decir, una mezcla de distribución por producto y por proceso. En un principio puede creerse que por la naturaleza de la organización (que trabaja bajo pedido) lo óptimo sería solamente trabajar por procesos, no obstante, en este caso en particular no es aplicable. Y debido a que pareciera a primera vista que hubo un pedido en algún mes que pudo haber elevado el número de muebles para cocina, para descartar esto, se muestra la Tabla 19 con el desglose de la cantidad de muebles realizados por mes.

**Tabla 19: Desglose de la cantidad de muebles**

Ubicación Muebles tipo	Meses						Total muebles
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Cocina	105	160	151	144	77	79	<b>716</b>
Baños	18	29	23	36	9	11	<b>126</b>
Clóset	3	6	17	7	5		<b>38</b>
Otros	1	1	8			2	<b>12</b>

Nota: Muebles Ortiz, S.A.

Tal y como se distingue, en la mayoría de los meses los muebles para cocina han estado por encima de los demás; por consiguiente, no ha habido algún pedido que infle los datos. Sino que este es el mobiliario estrella de la empresa y las cantidades que se fabrican son muy elevadas en comparación con los demás productos. Con esta información, existe una razón suficiente para justificar que es ideal montar una línea para elaborar solamente muebles tipo cocina, y los otros tipos de muebles deben crearse por proceso. Cabe aclarar que no es necesario seccionar los tipos distintos de cocina, ya pese a sus diferencias, todas se realizan exactamente de la misma manera.

## **Análisis del flujo de materiales**

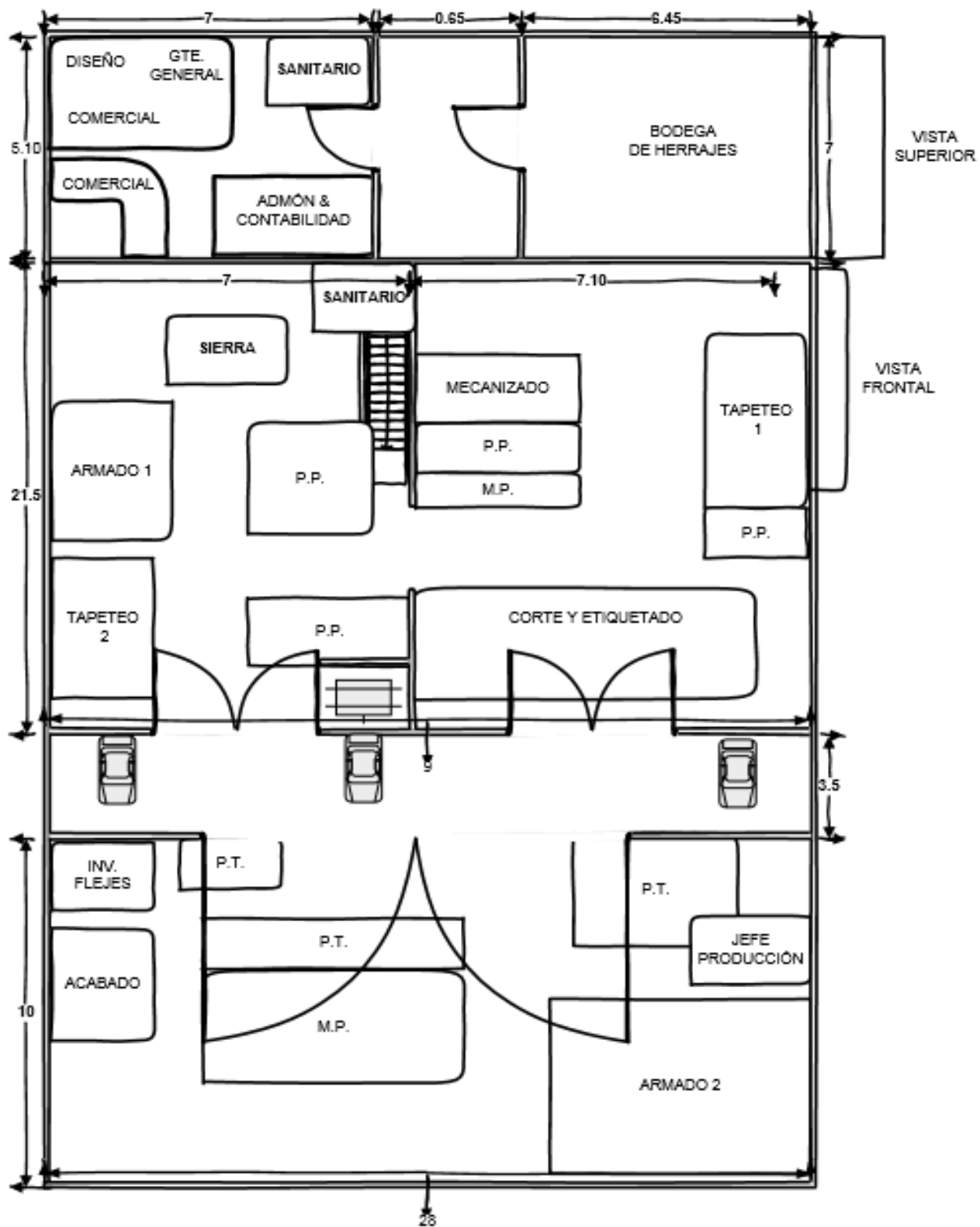
En las siguientes líneas se mostrará el análisis del flujo de materiales que actualmente se sigue en la empresa Muebles Ortiz, S.A., lo cual será guiado por medio del manejo de diversas herramientas de carácter ingenieril. No obstante, se considera que lo primordial es partir con la demostración a través de un layout (Figura 37) que permita entender cómo se encuentra distribuida la planta en este momento. Dicho bosquejo incluye las dimensiones de la planta en metros.

Tal y como se aprecia abajo, la planta se encuentra dividida en dos secciones, que están separadas por un pequeño parqueo. En la primera parte, es donde comienza el proceso debido a que se encuentra toda la maquinaria para el corte, etiquetado, tapeteado y mecanizado. Además, existe un área para el armado de los muebles y una sierra (que es la utilizada para hacer reprocesos cuando una pieza no ha sido bien cortada) Junto a la sierra se localiza un servicio sanitario. El tramo que se menciona como “vista frontal” es debido a que de ahí, hacia arriba existen unas gradas que comunican a un segundo piso, que ha sido nombrado como “vista superior”.

En él se encuentra una oficina donde se localiza el asistente administrativo, el contador, el diseñador, el gerente general y los encargados de la comercialización y venta de muebles. Aquí se sitúa el segundo servicio sanitario. Saliendo de esta oficina, está una bodega dedicada al almacenamiento de herrajes mayoritariamente. Los cuales, son un insumo indispensable para el proceso de armado.

En el segundo sector de la planta se observa el proceso de acabado y se encuentran más estaciones de trabajo para el ensamblado de los muebles. Asimismo, se encuentra un espacio con stock de flejes o las tapetas. Los cuales, se revenden a otras compañías y son el insumo principal para el proceso de tapeteado. Por otro lado, es aquí donde se almacena la mayor cantidad de materia prima y donde se coloca el producto una vez que está terminado. Importante destacar que todos aquellos segmentos dentro del layout que figuran “vacíos” realmente se encuentran alojados por scrap o material de desecho aglomerados, interrumpiendo el tránsito de los colaboradores.

Figura 37: Layout de la planta de producción



Nota: Lilliana Cubero Arias

### Diagrama de-hacia.

La elaboración de este diagrama permite cuantificar otra de las variables de la investigación, la cual es las distancias de recorrido. A continuación (en la Figura 38), se presentan todos los trayectos (en metros) que atraviesan los operarios en su día a día para ir de un proceso a otro. Comenzando desde que se diseñan los planos de los muebles y finalizando una vez que estos son ensamblados, incluyendo todas sus interrelaciones. No está de más destacar que los recorridos efectuados de “diseño a tapeteado” por ejemplo, serán los mismos realizados de “tapeteado a diseño”.

**Figura 38: Diagrama de-hacia**

Diagrama de-hacia Muebles Ortiz S.A. (en metros)							
Hacia De	Diseño	Corte y etiquetado	Tapeteado	Mecanizado	Acabado	Armado 1	Armado 2
Diseño		16	9	20	28	16	46
Corte y etiquetado			8.5	4			40
Tapeteado					16	7.5	33
Mecanizado			12			14	
Acabado		22		28		24	12
Armado 1		9.5					49
Armado 2				44			

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Se puede apreciar, que la mayor distancia se origina entre las dos áreas de armado; con cuarenta y nueve metros. El causante de esto, tal y como ha sido previamente señalado es que ambas partes se encuentran completamente por separado. Pudiendo decirse que a extremos opuestos de la planta de producción. Siendo este uno de los grandes aspectos que deben ser enmendados.

A continuación, del diagrama de-hacia se aterriza (a manera de resumen) en la Tabla 20, la cantidad de metros recorridos pero únicamente considerando el flujo del proceso para poder concretar un mueble:

**Tabla 20: Distancias recorridas basadas en la secuencia del proceso**

Distancia recorrida con secuencia del proceso		
De	Hacia	Metros recorridos
Diseño	→ Corte y etiquetado	16
Corte y etiquetado	→ Tapeteado	8,5
Tapeteado	→ Mecanizado	12
Mecanizado	→ Acabado	28
Acabado	→ Armado 1	24
	$\Sigma$ (m):	<b>88.5</b>
Acabado	→ Armado 2	12
	$\Sigma$ (m):	<b>76.5</b>

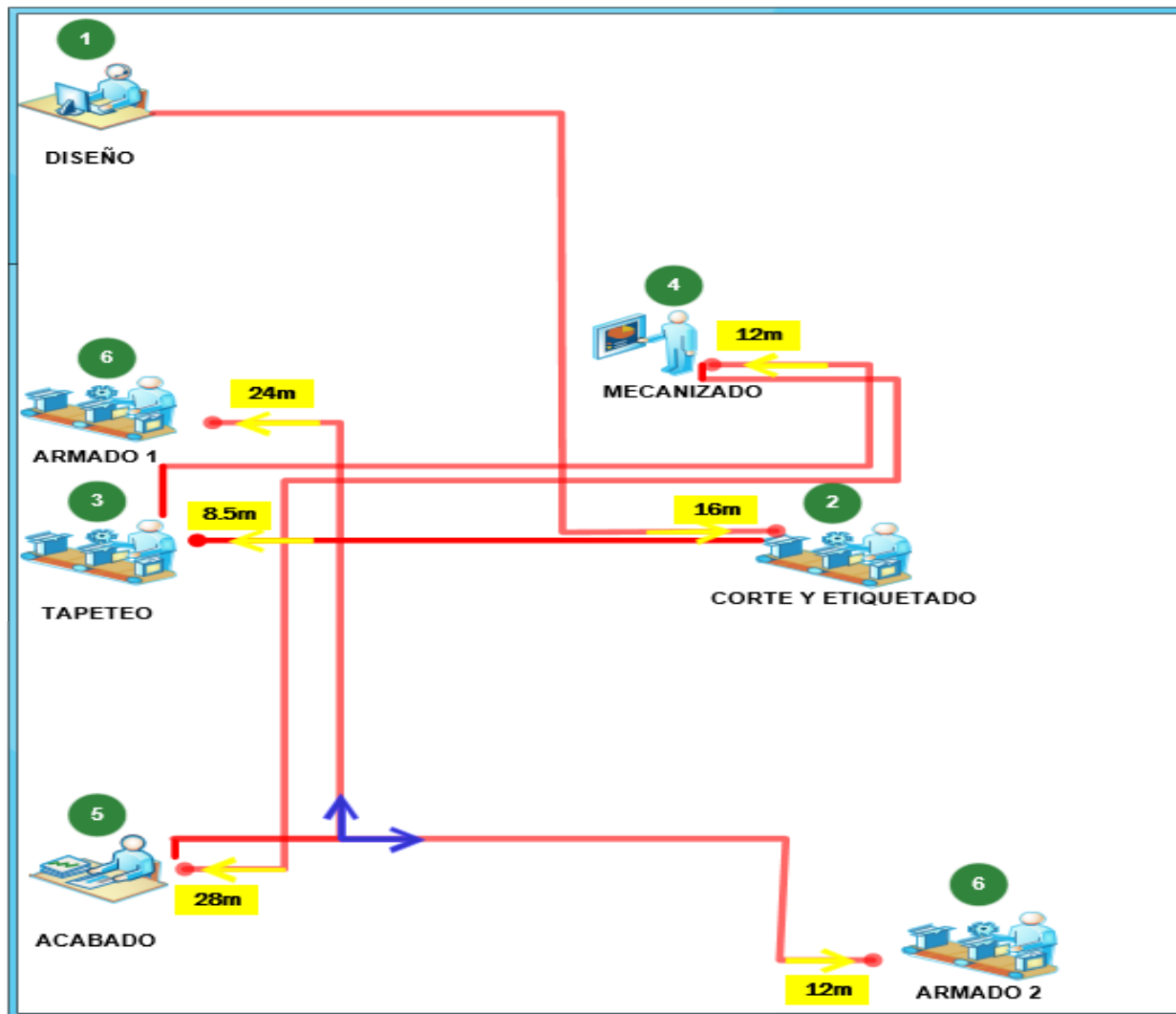
**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Esta tabla expone los grandes trechos existentes entre las distintas actividades que ameritan la fabricación de un producto por completo. En primera instancia, se puede observar que para hacer un mueble, deben recorrerse dieciséis metros para ir por el plano y una vez que se corta y etiqueta se le debe sumar ocho metros y medio para tapetearlo. Seguidamente doce metros hasta llegar a mecanizado. Para darle los acabados finales (partiendo de este punto) son veintiocho metros adicionales. Y desde esta área hasta su ensamble, dependiendo si va a armado uno o dos deben caminarsse veinticuatro o doce metros más.

Concluyéndose con esto, que bajo la situación de planta que se tiene en la actualidad, para realizar un mueble (en las condiciones idóneas, sin contemplar reprocesos) se debe atravesar de setenta y seis metros y medio hasta ochenta y ocho metros y medio. Esta distancia no solamente el colaborador la recorre, sino que las piezas para crear un mueble también. Trayendo consigo pérdidas de tiempo, porque los operarios en el camino se quedan conversando entre ellos mismos. Generando cierta dispersión en sus labores.

Todo lo anterior puede observarse simplificado en el diagrama de recorridos de la Figura 39, que al mismo tiempo incluye la distancia (en color rojo) entre las actividades. La localización de los procesos ha sido ajustada con base en el layout previamente mostrado a escala. Cabe enfatizar que los círculos colocados en la parte superior de cada proceso indican su secuencia (líneas trazadas en rojo y las flechas en amarillo) Mientras que al llegar a armado se decide si se va a la sección uno o dos (flechas azules).

**Figura 39: Diagrama de recorridos Muebles Ortiz, S.A.**



Nota: Lilliana Cubero Arias

### *Análisis de muestreo de distancias recorridas.*

Dos preguntas primordiales que pueden surgir al hablar acerca de largas distancias recorridas son: ¿cuál es el tiempo real que pierden los operarios al estar recorriendo prolongados trayectos de una operación a otra? y ¿son realmente estas distancias productivas? Para responder con claridad a estas interrogantes se presentan los siguientes datos en la Tabla 21. Que han sido recolectados a través de un muestreo por conveniencia de un día. Donde el jefe de producción eligió al operario de mecanizado (como la actividad actual con más trayectos) para tomar los datos.

**Tabla 21: Resultados de muestreo de distancias recorridas**

BOLETA DE REGISTRO DE DISTANCIAS RECORRIDAS			MUEBLES ORTIZ DESIGN		RESULTADOS		
Operación: <u>Mecanizado</u>			Fecha: <u>19/9/17</u>				
#	Desde	Hasta	¿Este recorrido es importante para el proceso? Marque con una X		No. de repeticiones (por día)	Distancia recorrida (en metros aprox)	Tiempo que tardó en recorrer dicha distancia
			Sí	No			
1	Mecanizado	Sierra		X	5	20	5
2	Mecanizado	Acabado	X		5	30	2
3	Mecanizado	Armado 2 (con Francisco)		X	6	39	5
4	Mecanizado	Armado 1 (con Steven)		X	10	12	2
5	Mecanizado	Armado 2 (con Deifry)		X	4	33	10

**Nota: Derlyn Prado**

Complementariamente, se ha hecho su análisis respectivo (presentado en la Tabla 22). Del cual se puede decir que, durante el día de la muestra, dos horas y cinco minutos del operario fueron destinadas únicamente a recorrer distancias, incluyendo todas las repeticiones que se hicieron. Esto significa que el colaborador tuvo que estarse trasladando por 736 metros dentro de la planta productiva. Asimismo, puede confirmarse que solo las distancias hacia acabado fueron productivas. Pero, esta solamente le tomó diez minutos durante el día. Lo que quiere decir, que el 92% del tiempo fue empleado en recorridos improductivos.

**Tabla 22: Análisis de muestreo de distancias recorridas**

RECORRIDO			TOTALES	
#	Desde	Hasta	Distancia total recorrida (m)	Tiempo total transcurrido (min)
1	Mecanizado	Sierra	100	25
2	Mecanizado	Acabado	150	10
3	Mecanizado	Armado 2 (con Francisco)	234	30
4	Mecanizado	Armado 1 (con Steven)	120	20
5	Mecanizado	Armado 2 (con Deifry)	132	40
			<b>736</b>	<b>125</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### Diagrama matriz.

Para la creación de este diagrama se tomaron en cuenta todas las actividades y departamentos que constituyen la organización, siendo un total de catorce. Se determinó el nivel de importancia y cercanía entre cada una de ellas; así como el motivo de su relación, con base en la simbología específica que utiliza dicha matriz. El detalle de cada una de estas dependencias es presentado en la Figura 40. Mientras que la reseña de sus resultados se aprecian en la Tabla 23.

De tal modo, se puede ver que existen nueve relaciones que son absolutamente necesarias dentro de la empresa, las cuales son principalmente las que permitirían llevar una continuidad al momento de fabricar un mueble. Al mismo tiempo, hay nueve especialmente importantes, en su mayoría indican la cercanía que debe hallarse entre las actividades con la jefatura de producción.

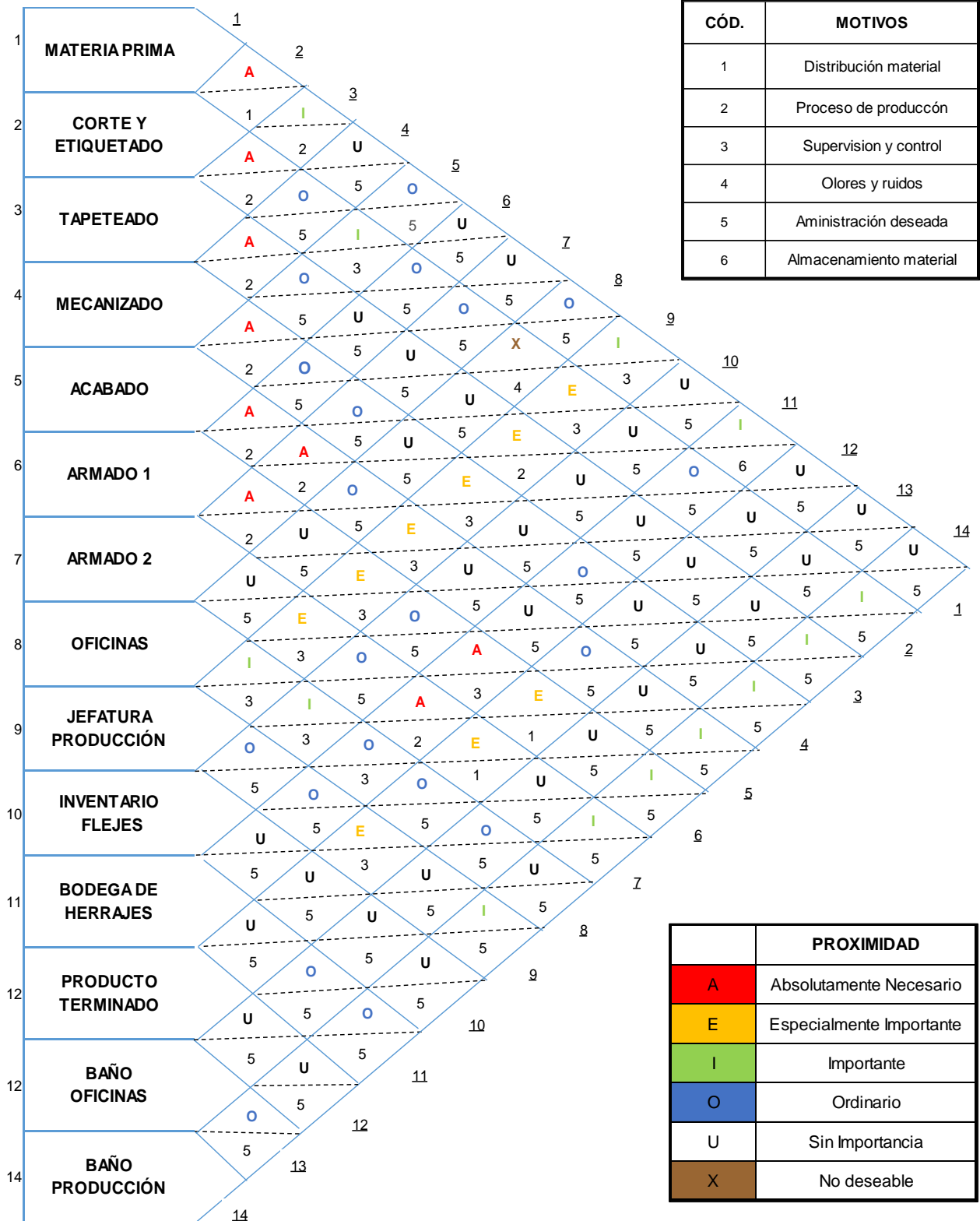
En cambio hay trece actividades con una relación no tan indispensable pero si importante y cincuenta y nueve distribuidas entre ordinarias y sin importancia. Lo cual indica, que es indiferente su proximidad en la distribución de planta. Por último, hay solamente una relación que no es deseable. Se ha cumplido (con la mayor precisión posible) con la regla del dedo. La cual refiere que para una buena distribución, las relaciones A y X deben ser menores a 10%, igualmente con las E, las I inferiores al 15%, las O deben comprender el 25% y las U el 40% restante.

**Tabla 23: Resultados diagrama de matriz**

RESULTADOS		
A	9	9.89%
E	9	9.89%
I	13	14.29%
O	22	24.18%
U	37	40.66%
X	1	1.10%
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100%</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Figura 40: Diagrama de matriz - Muebles Ortiz, S.A.

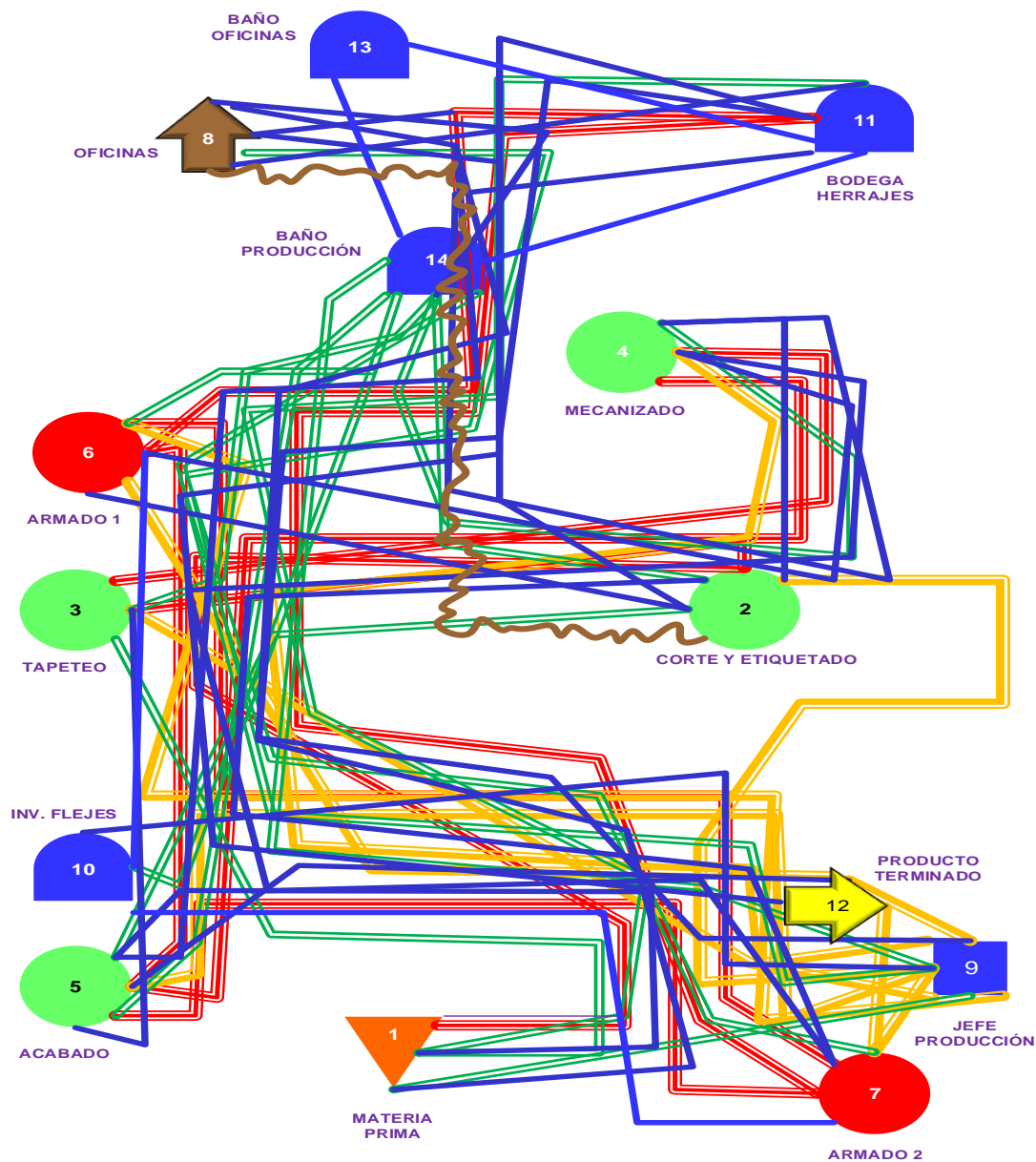


Nota: Lilliana Cubero Arias

### Diagrama relacional de actividades

Una vez que se formuló el diagrama de matriz, se plasmaron todas sus relaciones en un solo gráfico que incluye la codificación de líneas (Figura 41). Su forma de ejecución, así como sus colores y símbolos han sido explicados en el marco teórico de la investigación. Así, sobre la base del layout de la planta se acomodaron las actividades; y su enumeración comprende las catorce del esquema anterior.

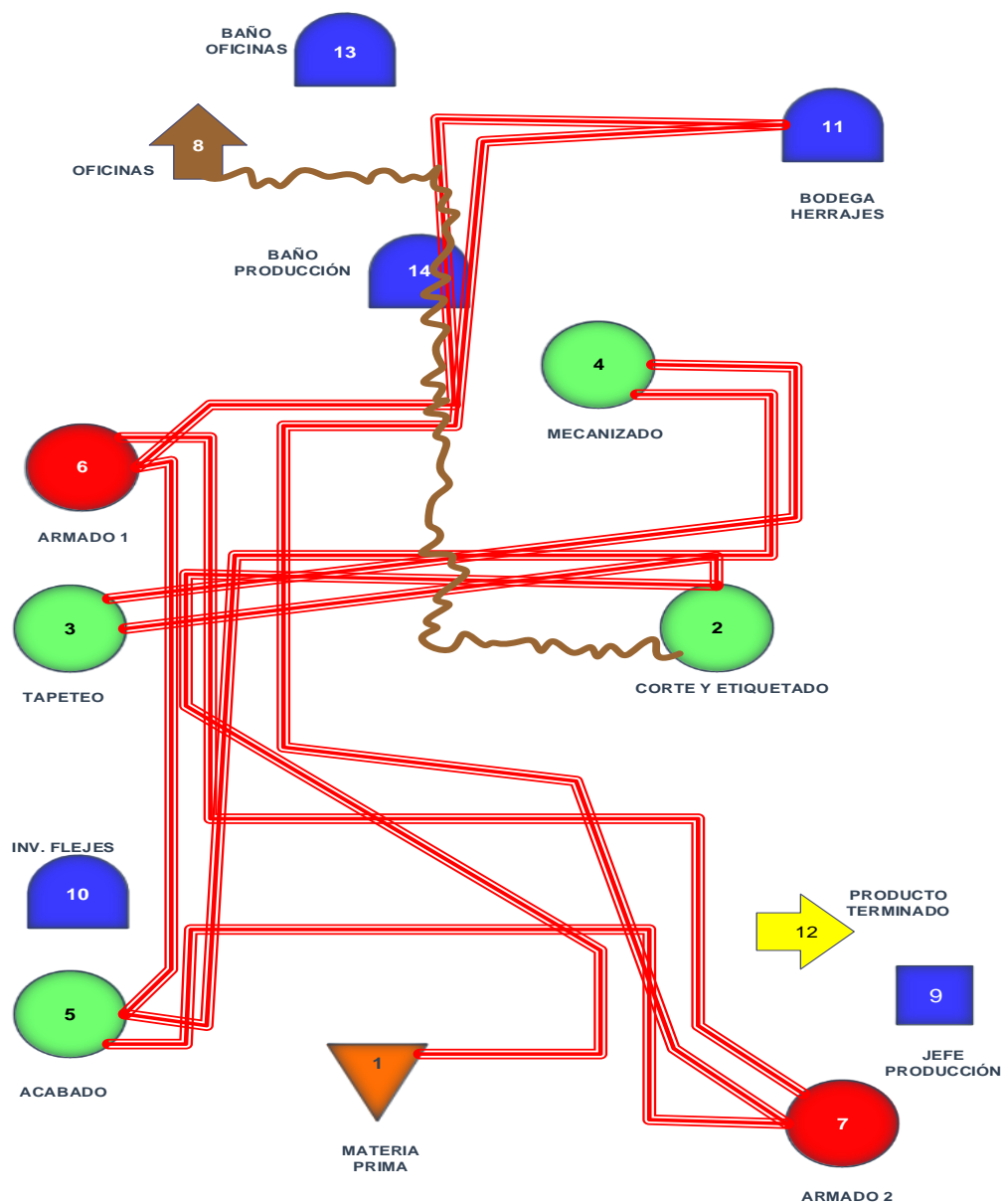
**Figura 41: Diagrama relacional de actividades**



Nota: Lilliana Cubero Arias

Debido a la complejidad para contemplar todas las distintas relaciones en una sola representación, seguidamente, se mostrarán por separado los diagramas con las relaciones más significativas a considerar para la mejora de la distribución de planta en la empresa Muebles Ortiz, S.A. Teniendo en cuenta que son los vínculos de las A, E, I y X. El diagrama abajo mostrado (Figura 42) incluye las relaciones tipo A y X:

**Figura 42: Diagrama relacional de actividades A y X**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Después de lo anterior expuesto, se observa que básicamente las líneas en rojo marcan las relaciones para dar seguimiento al proceso. Y se ve claramente la dispersión con la que se cuenta actualmente. Ya que al no tener una secuencia adecuada, la circulación no es la apropiada dentro de la distribución. En términos generales, eso es lo que propone mejorar este diagrama. Una de las principales carencias que tiene el presente acomodo de las instalaciones es que la materia prima (melamina en sus diversos colores) que da inicio a los muebles con el proceso de corte y etiquetado se encuentra de forma desorganizada al otro extremo de la planta, generando grandes atrasos.

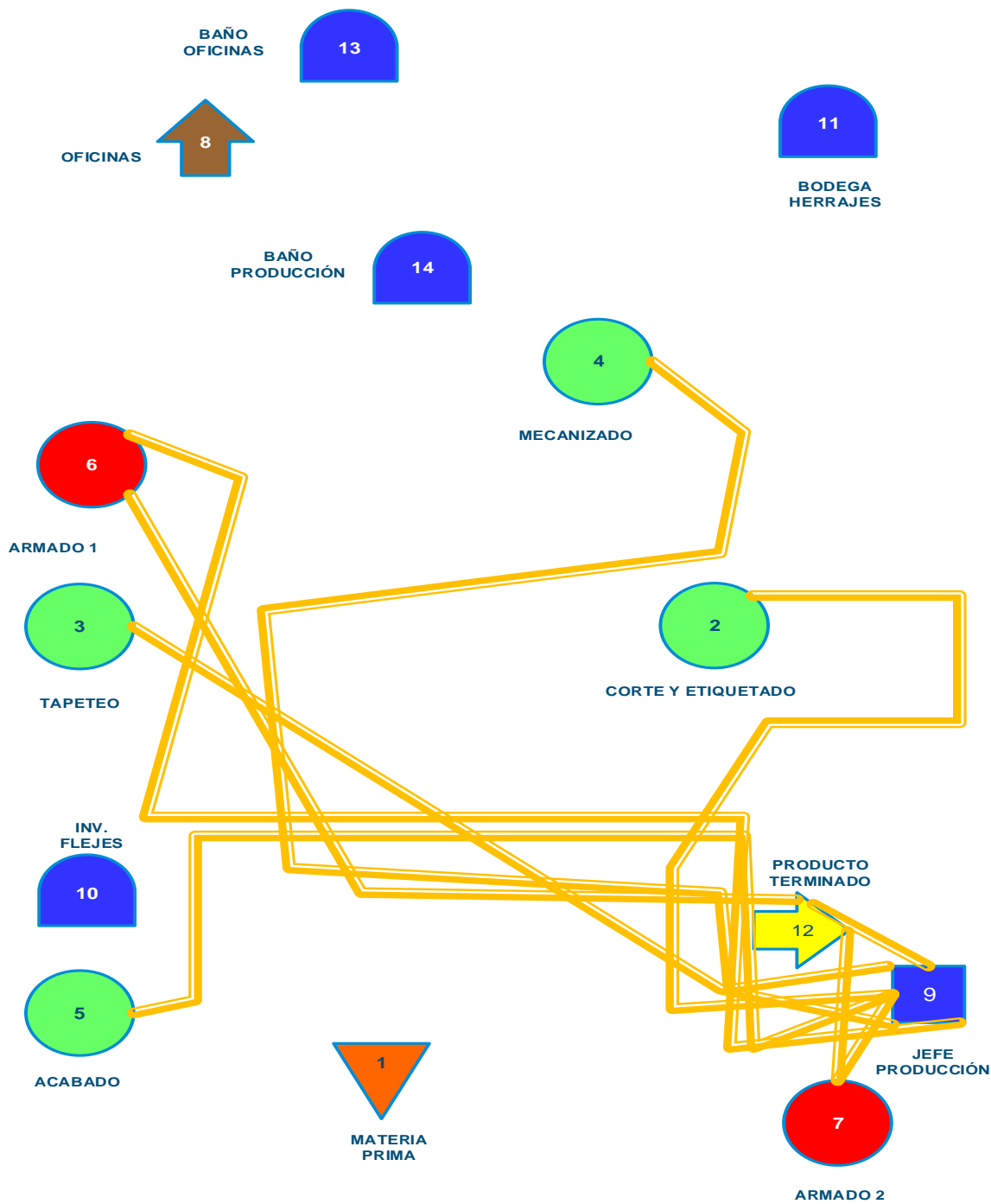
Además, se deriva que ambas secciones de armado se encuentren en una sola área de trabajo. De tal manera que se unifiquen debido a que el proceso es el mismo. Igualmente, es imprescindible idear una forma en la que los tornillos, bisagras, clavos, entre otros (insumos principales del ensamble) localizados en la bodega de herrajes, se encuentren cerca del proceso. Esto concebirá mínimas distancias recorridas.

Afortunadamente, y por la naturaleza del proceso de fabricación de muebles, no existe gran cantidad de relaciones no deseables. La única es la relación entre corte y las oficinas. Es ideal evitar la cercanía de estas dos secciones debido a que el proceso de corte es bastante ruidoso y puede intervenir con las funciones propias del departamento administrativo (ventas, comercialización y contabilidad por ejemplo).

Precisando de una vez, las relaciones tipo E que se distinguen en la Figura 43, se puede concluir que las especialmente importantes están compuestas por la cercanía de cada operación (corte y etiquetado, tapeteado, mecanizado, acabado y armados) con la jefatura de producción. Debido a que tiene que existir un regulador ante una posible eventualidad que exista en el transcurso de las operaciones.

Clasificándose estos criterios como por ejemplo en mantenimientos, dudas acerca de la elaboración de una determinada parte de un mueble o simplemente liderar adecuadamente cada actividad para evitar las constantes distracciones entre los operarios. Por otro lado, el jefe de producción no debe estar lejos del producto terminado, Ya que es el encargado de dar el visto final de cada mueble.

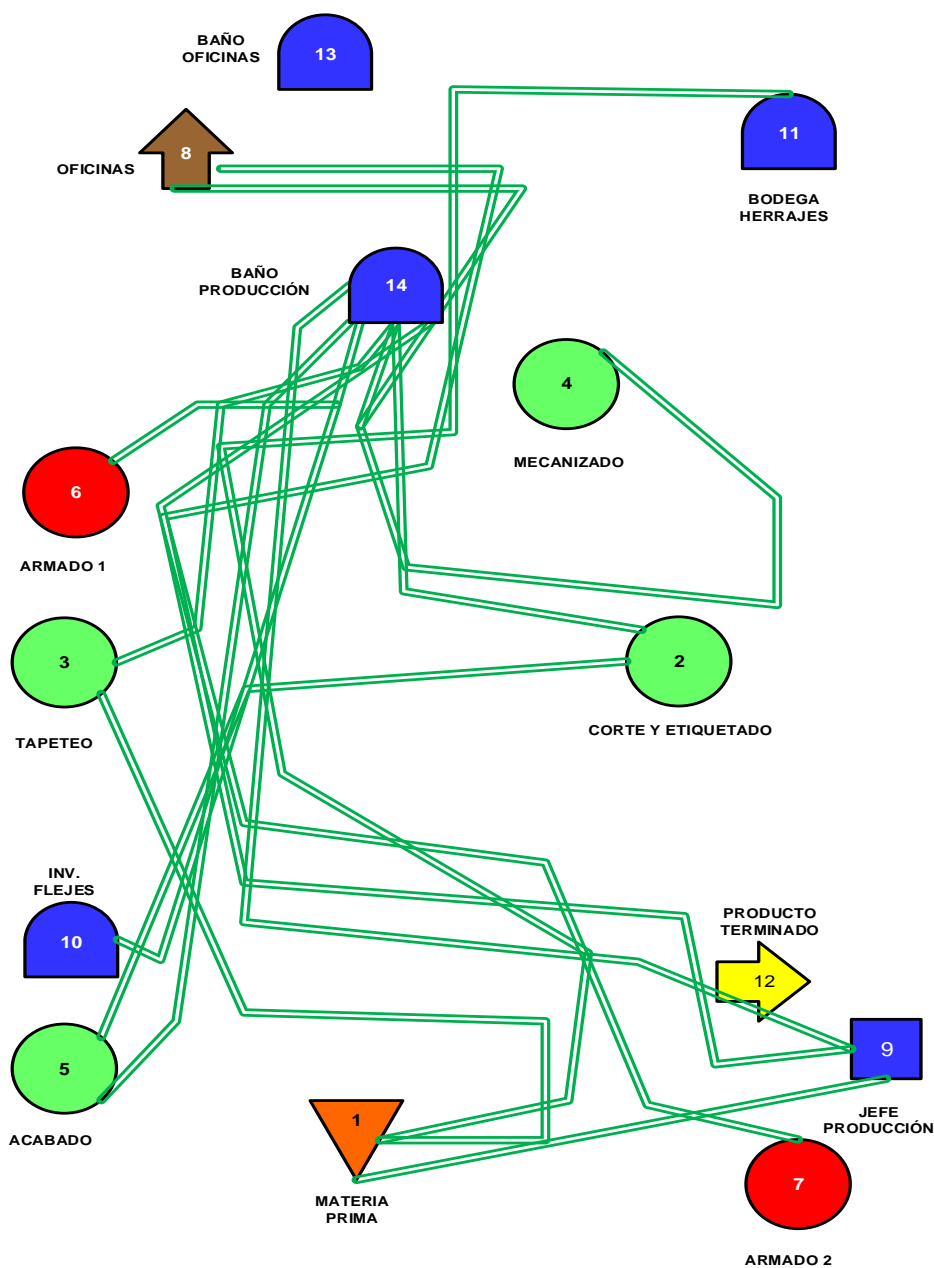
Figura 43: Diagrama relacional de actividades E



Nota: Lilliana Cubero Arias

Seguidamente, en la Figura 44 se presenta el diagrama con todas las relaciones de carácter importante (I):

**Figura 44: Diagrama relacional de actividades I**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Según se observa, es importante, para evitar demoras de producción, que el insumo para la máquina tapeteadora; es decir, los rollos con las tapetas se localicen cerca. Así como la bodega para el alojamiento de herrajes no debe estar tan lejos de la recepción de materia prima como se encuentra hoy día. Aunado al área de materia prima es ideal que el jefe de producción se localice no muy distante dado al control y seguimiento que se le debe hacer.

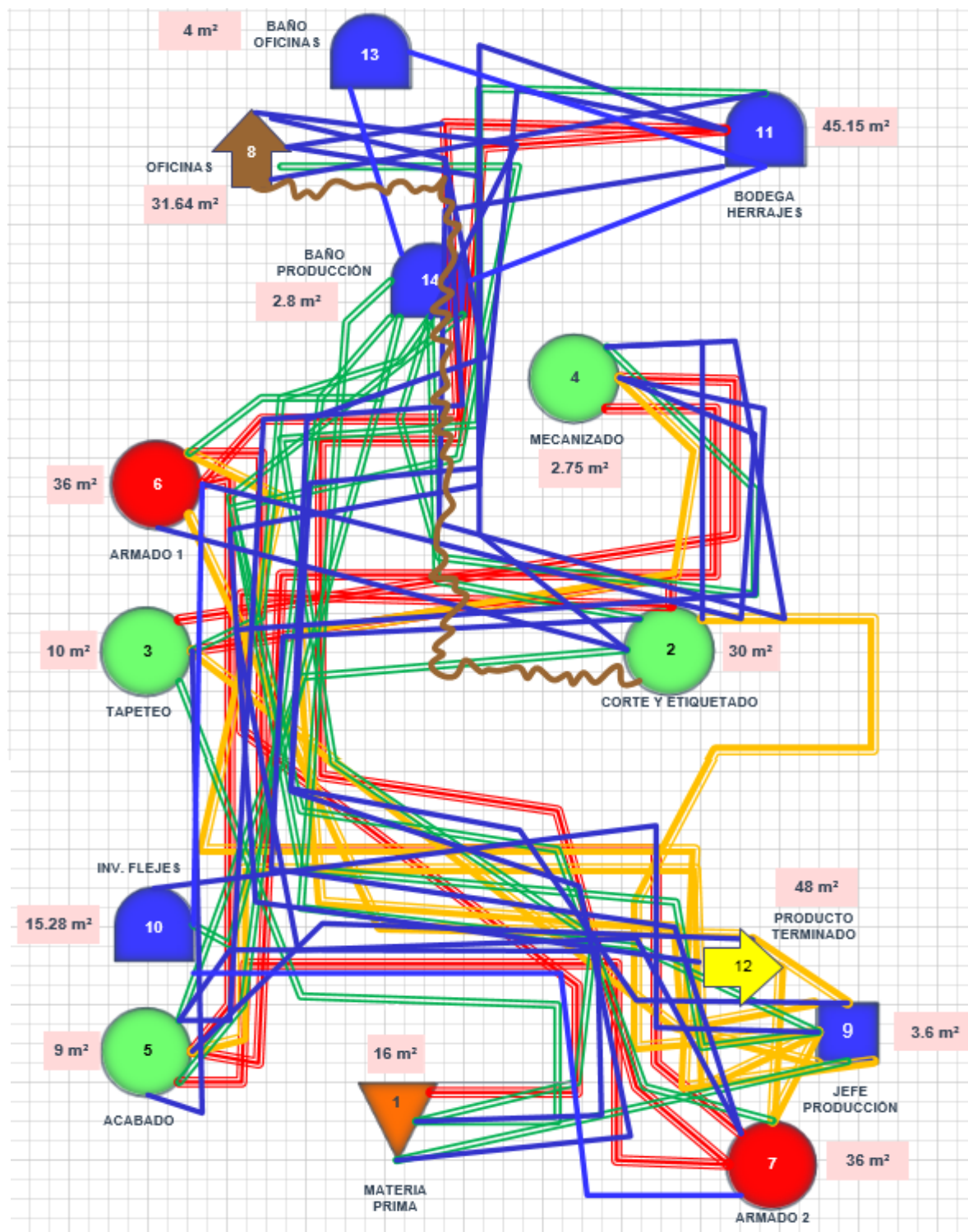
Otro punto que se aprecia en el esquema y categoriza dentro de las relaciones I contemplando la parte humana, es la proximidad entre las estaciones de trabajo y el servicio sanitario. En la primera sección de la planta se ubica uno y queda cerca de los procesos de corte y etiquetado, tapeteado, mecanizado y armado uno. Pero a esto, donde se desarrollan las actividades como acabado, armado dos y la jefatura de producción (sección dos) no existe un servicio sanitario.

### **Diagrama relacional de espacios.**

Después de haber creado el diagrama relacional de actividades, sobre su misma base, se ha montado el diagrama relacional de espacios. En el cual, se han introducido las superficies (en metros cuadrados) de cada una de las catorce actividades de la planta que se han venido observando. Como la teoría lo sugiere, se ha diseñado a escala y aprovechando las cuadrículas que el programa Visio contiene, tal como se contempla en la Figura 45.

Tal y como se distingue, las secciones que mayor cantidad de espacio abarcan constituyen las de armado. Ambas, con 36 m<sup>2</sup> teniendo en cuenta que en la primer sección se sitúan dos áreas de trabajo y en la segunda cuatro. Por otra parte, la zona destinada para la ubicación del producto terminado, de manera similar, es bastante amplia, pues constituye 48 m<sup>2</sup>. Del mismo modo, se pueden ir visualizando las dimensiones de las demás partes del proceso, actividades auxiliares, de control y servicios no relacionados directamente con producción.

Figura 45: Diagrama relacional de espacios



Nota: Lilliana Cubero Arias

Adicionalmente, se ha creado la Tabla 24 para especificar cada una de las dimensiones de las catorce actividades presentadas anteriormente. Mostrando así, la longitud de su largo, ancho y altura respectivamente en metros. De aquí, se puede rescatar asimismo, información muy relevante. Partiendo de que áreas como mecanizado y el armado deben ampliarse. La parte de ensamble debe aumentarse bastante dado a que bajo las circunstancias actuales, los operarios se encuentran laborando en un área de trabajo muy incómoda. Conjuntamente, el dueño de la empresa pidió prever cuatro estaciones más para los instaladores de los muebles.

De igual manera, las oficinas deben desarrollarse debido a que en este momento se encuentran trabajando de seis a siete personas en una sección que da para apenas cuatro de ellas. Y esto se irá empeorando conforme su planilla vaya aumentando. Resulta oportuno indicar por su parte, que además el espacio es ocupado por otros factores que deben considerarse. Tal como el área para el producto en proceso, las zonas donde se alojan los desechos o scrap, que por cierto es suficientemente extensa producto de los problemas de distribución de planta. Y dentro del componente “otros” se distinguen sitios ocupados por maquinaria inactiva, pilas y refrigeradoras.

Para continuar con lo que se expone en la tabla, se han demarcado otras necesidades importantes como la carencia de un colector de polvo cerca del proceso de mecanizado. Y en efecto, la falta de aire acondicionado o algún medio con el que se le pueda dar ventilación a todos los lugares donde se ven envueltas las labores de fabricación de los muebles. Y posteriormente, a la oficina administrativa.

Por todas las superficies anteriores ocupadas de  $542,51\text{m}^2$ , significa entonces que tan solo  $40,64\text{m}^2$  son zonas libres destinadas para los pasillos (donde transitan tanto los colaboradores como los materiales). En otras palabras, se puede decir, que la planta de la empresa Muebles Ortiz, S.A. se encuentra completamente saturada y aglomerada. Ya que de la totalidad de su superficie, solo el siete por ciento está desocupado.

Tabla 24: Características y superficies Muebles Ortiz, S.A.

CARACTERÍSTICAS Y SUPERFICIES								
Empresa: <u>Muebles Ortiz S.A.</u>								
Datos para identificación		Superficie			Necesidades			
No de instalación	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Colector de polvo	Aire acondicionado	Ampliar superficie	Notas
1	Área de materia prima	4	4	6	X	X	X	
2	Corte y etiquetado	6	5	3	X	✓	X	
3	Tapeteado	5	2	2	X	✓	X	
4	Mecanizado	2.5	1.1	2.1	✓	✓	✓	Ampliar: Largo-1m y Ancho-1m
5	Acabado	3	3	2	X	✓	X	
6	Armado 1	6	6	6	X	✓	X	
7	Armado 2	6	6	6	X	✓	✓	Ampliar: Largo- 18m y Ancho- 18m
8	Oficinas	7	4.52	2	X	✓	✓	Ampliar: Largo-2m y Ancho-2m
9	Jefatura producción	1.5	2.4	2	X	X	X	
10	Inventario de flejes	3.25	4.7	2.5	X	X	X	
11	Bodega de herrajes	6.45	7	3	X	X	X	
12	Área de producto terminado	8	6	6	X	X	X	
13	Baño de oficinas	2	2	1.8	X	X	X	
14	Baño de producción	2	1.4	2	X	X	X	

<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b>	No está incluido el espacio ocupado por el PP (144m <sup>2</sup> ), los pasillos (40.64m <sup>2</sup> ), el scrap (58.8m <sup>2</sup> ) y otros (130.28m <sup>2</sup> )
<b>Superficie actual ocupada (en m<sup>2</sup>)</b>	<b>583.15</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

## Maqueta

Se diseñó una maqueta (Figura 46) para plasmar de una manera distinta cómo está la empresa actualmente. Al observarla, se puede sentir la misma sensación que al visitar la planta. Se desconoce cuál es el comienzo y el fin del proceso, el uso del espacio no es efectivo y apenas se puede caminar dentro del mismo. En términos muy generales, la creación de este modelo, refleja todo lo que se ha venido expresando anteriormente, permitiendo entender la realidad de la organización con mayor facilidad que la que brindaría únicamente su layout.

**Figura 46: Maqueta de la empresa Muebles Ortiz, S.A.**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

## **Factores influyentes y limitaciones prácticas**

### **Factores influyentes**

A lo largo del análisis de la situación actual se ha venido indicando una serie de elementos influyentes que no deben ser pasados por alto en el momento de plantear la mejora de la distribución de la planta, sin embargo, aquí se presentarán de manera resumida. El almacenamiento de la melamina y de los productos terminados debe de disponer de ciertas consideraciones. En primer lugar, nunca tienen que estar en contacto directo con el suelo o la humedad. El pegamento usado para el ensamble debe localizarse en una área separada de modo que no manche los mobiliarios ubicados a su alrededor.

Asimismo, es oportuno valorar la colocación de un techo en el tramo que hay entre las dos secciones de la planta para cuidar la salud de los operarios y las características de los insumos. Además, se debe recalcar ciertas necesidades de los colaboradores como la mejora de su equipo de protección personal, una zona para el comedor y una mejor higiene en los servicios sanitarios y vestuarios.

Conforme avancen los requerimientos de los consumidores, así la organización deberá irse modernizando e irá creciendo. Por lo cual, es conveniente atender el espacio para servicios de mantenimiento y reparaciones. Finalmente, para abarcar el ambiente que rodea a la empresa Muebles Ortiz, S.A. se puede señalar que no presenta ningún tipo de afectación (como de ruido u olores) de compañías vecinas.

### **Limitaciones prácticas**

De momento, la única limitación prevista que se ha observado es que en la planta productiva estudiada se encuentran grandes cantidades de desecho dado a los reprocesos, para ser más específico abarcan 58.8m<sup>2</sup> de espacio en las instalaciones. No obstante, sus dueños piensan varias ocasiones el deshacerse de él por motivos de no asimilar cuánta cantidad de dinero representa esos desperdicios.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Al evaluar la distribución de la planta se observó que sus instalaciones no conducen a un flujo continuo del proceso. Producto de las largas distancias los operarios pierden hasta dos horas diarias y el 92% de esos traslados no agregan valor para el proceso. No existen rutas de evacuación, las áreas de trabajo son angostas e incómodas. Solo el siete por ciento se encuentra destinado para los pasillos, afectando la seguridad de los operarios. Además, por la naturaleza de la empresa se recomienda crear una línea de producción para las cocinas solamente y trabajar por procesos con los demás muebles.
- Al analizar los índices de productividad parcial de la organización en aspectos como la mano de obra, la maquinaria y los materiales, se encontró que dado a las situaciones actuales de su distribución de planta, conforme más horas se laboran menos muebles se fabrican y por ende, más disminuye su productividad. Asimismo, las condiciones de la planta afectan la utilización de los materiales, teniendo que usar más del que se ha previsto. Acorde con el muestreo elaborado en setiembre se tuvo que utilizar un 25% más de melamina y un 21% adicional de tapeta.
- En los primeros seis meses del año se ha incurrido en un gasto total por el pago de horas extras de ¢5.702.359, las cuales, han tenido cierta variación. Sin embargo, no ha existido ningún mes en que este problema no se presente porque aparte de tener una relación positiva con el aumento de la producción, por otro lado está directamente relacionado con la realización de constantes reprocesos.
- Según los datos arrojados por el muestreo de reprocesos, solo en el mes de setiembre el 26% de las piezas totales realizadas tuvieron que volver a re-trabajarse. Constituyendo esto en la pérdida de 123 horas laborales de trabajo. El 80% de las causas principales corresponden al extravío de las piezas, cortar los segmentos de madera erróneamente y no entender correctamente los planos con los muebles para la producción. Por lo que un enfoque hacia estas tres categorías reducirá los problemas restantes.

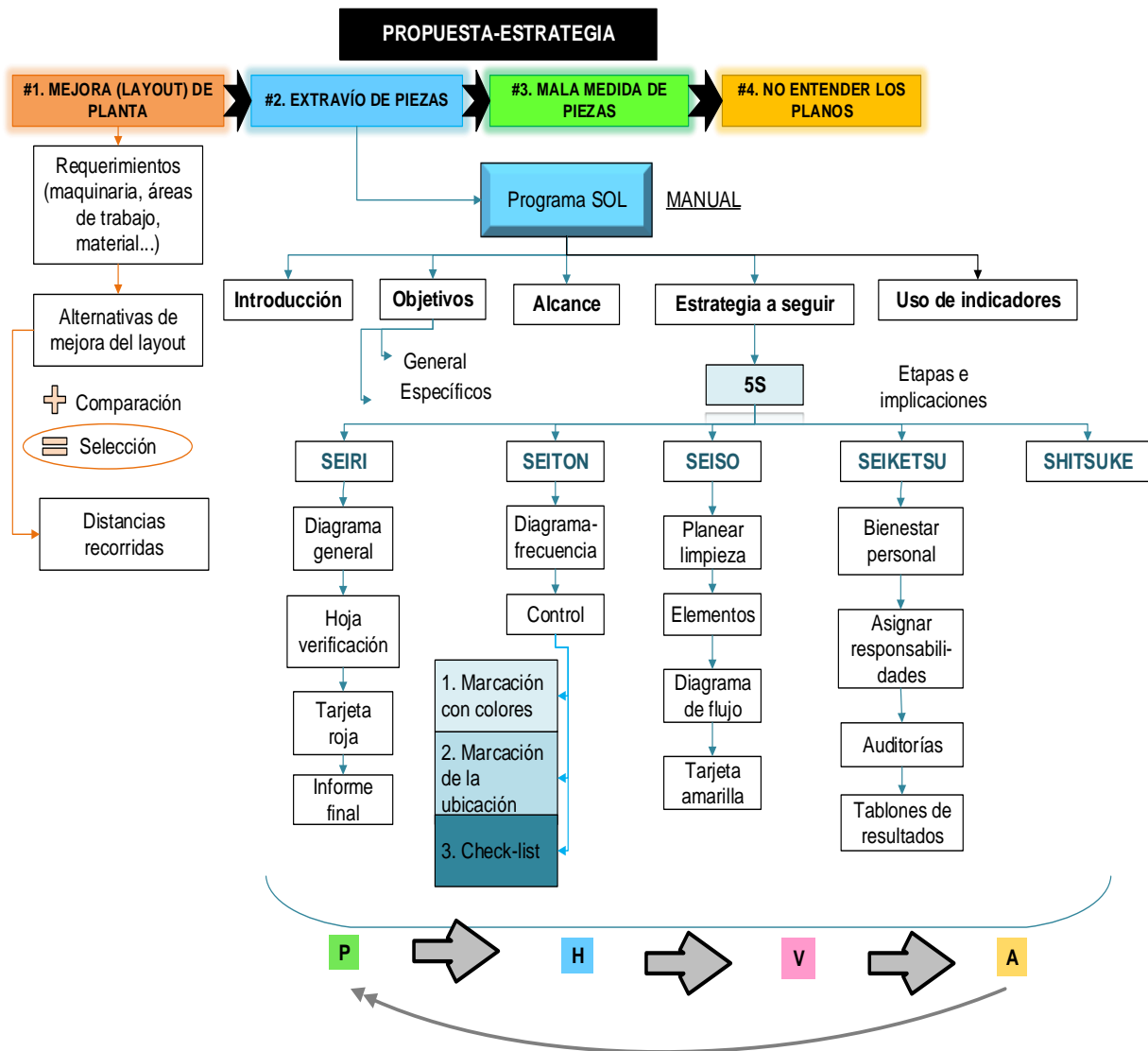
### **Recomendaciones**

- Con respecto a la distribución de planta se recomienda una ampliación de las instalaciones que le permita a la organización continuar con su crecimiento y diversificación de productos. O bien, efectuar una mejora con el espacio actual, a través de una adecuada localización de las actividades y un flujo más secuencial de su proceso que disminuya las largas distancias.
- Para eliminar los problemas del desorden dentro de la empresa se aconseja la utilización del Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) Con el cual, se cree una cultura que esté constantemente velando por la seguridad de los trabajadores (al proporcionar un ambiente cálido y libre de peligros). Así como un lugar de trabajo ordenado y limpio, esto traerá gran cantidad de ventajas; entre ellas, la eliminación de los reprocesos y por ende, de las horas extra.
- Finalmente, para los problemas de mal corte de las piezas y no entender los planos con los muebles, es necesario dejar en claro y establecidos los procedimientos para ambos procesos. Además de los responsables de ejecutar cada una de las actividades. Por otra parte, se tendrán que definir sus puntos críticos de control y el tipo de registros que deberán llevarse para lograr que ambos procesos operen conforme lo esperado.

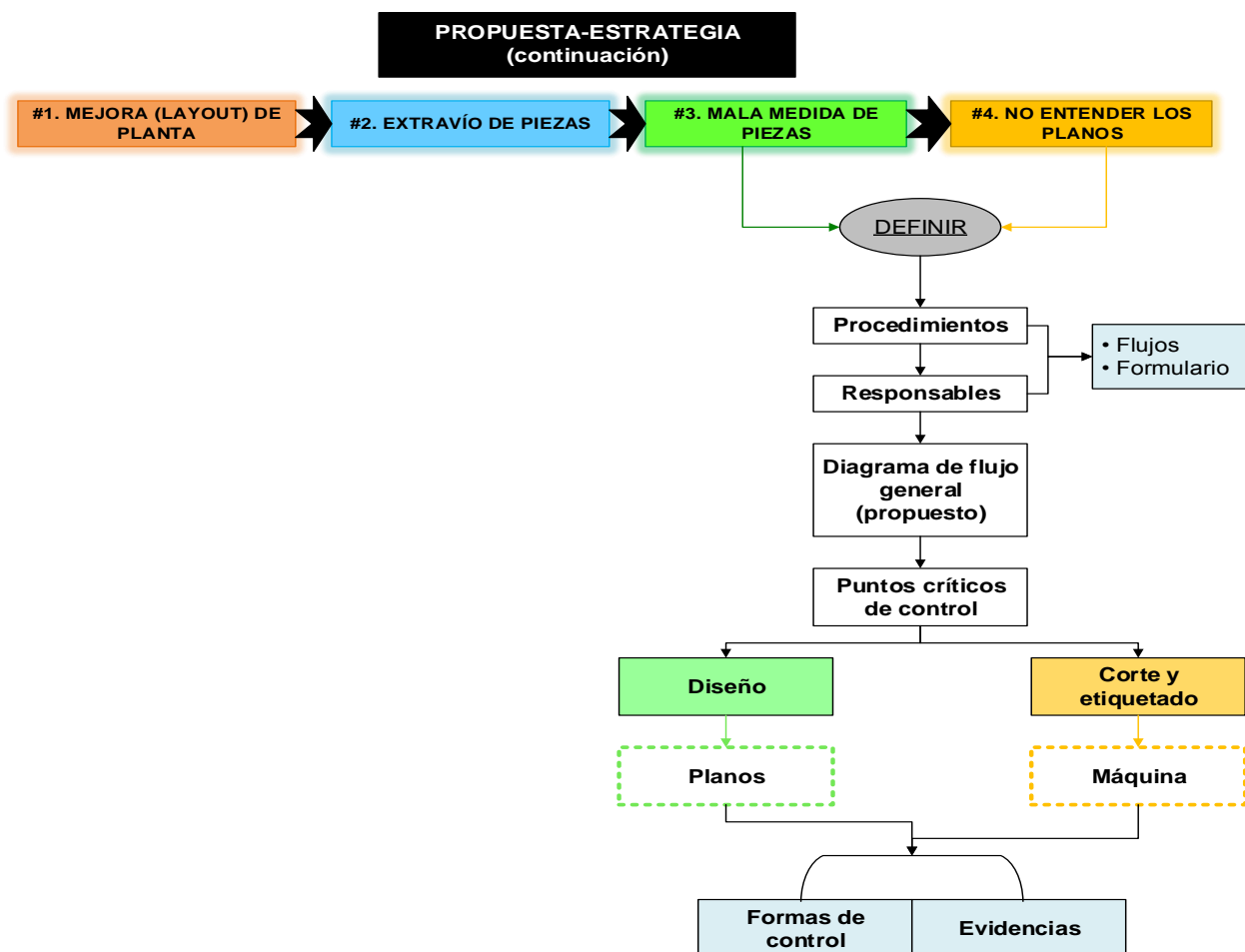
## CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Al llegar al último capítulo de la investigación, se entra a la tercera fase del SLP (la preparación en detalle del plan). Lo que se hará es definir los procedimientos o cambios a ejecutar para lograr la mejora de la distribución de planta en Muebles Ortiz S.A tomando en consideración las tres categorías principales arrojadas por el diagrama de Pareto. En la Figura 47 se muestra la estrategia que se seguirá para este apartado (continúa en la página siguiente).

**Figura 47: Estrategia para la propuesta Muebles Ortiz, S.A.**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**



Nota: Lilliana Cubero Arias

## Planteamientos de mejora de distribución de planta

### Propuesta número uno

Una de las opciones para cumplir a cabalidad las necesidades del incremento de espacio y percibir mejoras es ensancharse a una superficie total de 1122.41m<sup>2</sup>. Lo cual, prácticamente duplica las dimensiones actuales de la empresa. No obstante, hay que considerar que está en una rápida y constante expansión y que además se han contemplado áreas futuras sugeridas por el dueño de la organización. No se omitirán los costos de inversión que esto trae consigo, por lo cual, serán presentados en la evaluación económica.

El aumento requerido en cada actividad y los otros factores a tomar en cuenta se observan en la Tabla 25. Conforme se mejoren las condiciones del acomodo de la distribución, se espera ver una disminución del producto en proceso y el desperdicio. Además de ocupar eficientemente las zonas destinadas a “otros” y asegurar al menos un veinte por ciento de espacio disponible para los pasillos. En el caso de darse esta propuesta, el layout de la planta tendrá que alinearse en la medida de lo posible al ordenamiento y requerimientos presentados en la propuesta número dos, para que de igual manera sus procesos sean secuenciales.

**Tabla 25: Superficies totales necesarias Muebles Ortiz, S.A.**

<b>SUPERFICIES TOTALES NECESARIAS MUEBLES ORTIZ S.A.</b>			
<b>No instalación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie actual (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie total necesaria (m<sup>2</sup>)</b>
1	Área de materia prima	16	16
2	Corte y etiquetado	30	30
3	Tapeteado	10	10
4	Mecanizado	2.75	7.35
5	Acabado	9	9
6	Armado 1	36	36
7	Armado 2	36	576
8	Oficinas	31.64	75.2
9	Jefatura producción	3.60	3.6
10	Inventario de flejes	15.28	15.28
11	Bodega de herrajes	45.15	45.15
12	Área de producto terminado	48	48
13	Baño de oficinas	4	4
14	Baño de producción	2.8	2.8
<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b>			
1	Producto en proceso	144	20
2	Pasillos	40.64	224.95
3	Scrap	58.8	15
4	Otros	130.28	108.43
<b>TOTALES</b>		<b>583.15</b>	<b>1122.41</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

### **Propuesta número dos**

Esta propuesta consiste en seguir utilizando el mismo espacio de las instalaciones actuales (583.15m<sup>2</sup>) pero con una ordenación de procesos distinta. Conforme a la información proporcionada por el diagrama relacional de actividades, la proximidad de ciertas actividades (para disminuir distancias de recorrido), como una secuencia lógica y poco distante entre el proceso es absolutamente necesaria. Además, la cercanía de la materia prima para el área de corte y etiquetado y la jefatura de producción y ensamble con producto terminado, por mencionar, son las más elementales.

Asimismo, los dos armados han sido unificados en la segunda sección de la planta productiva, puesto que realizan las mismas labores. Eliminando por completo la separación que tiene hoy día a extremos opuestos de la planta. Se han diseñado dos planteamientos diferentes para la mejora de la planta señalados como A y B respectivamente (Apéndice F y Apéndice G) considerando a gran cabalidad los requerimientos anteriores. Por otra parte, se ha incluido la línea de producción para las cocinas en ambos escenarios y los demás muebles bajo una distribución por proceso, tomando en cuenta que ambas secuencias se unirían al llegar a mecanizado.

Se ha elaborado de esa manera para comenzar a utilizar las dos máquinas inactivas que tiene la empresa (una de corte y otra de tapeteado) Y no incurrir en costos de obtención de una nueva maquinaria para el mecanizado. La principal diferencia entre ambos layouts de planta constituye la ubicación del almacenamiento de los flejes o tapetas. Puesto que en el planeamiento A, se ha movido para la primera área de la planta, mientras que en el B se ha decidido dejarla en su posición actual.

Después de observar los layouts diseñados, surge una interrogante: ¿cuál de los dos es el más apropiado para la organización si no pueden medirse a través de costos? Para analizar esto, la teoría recomienda la utilización de factores de comparación para cada planteamiento. Lo cual, se ha procedido a realizar en la Tabla 26 teniendo presente siete elementos fundamentales. La forma de realización de este método y los parámetros para su cálculo han sido explicados en el marco teórico. Los pesos se dieron en una calificación del uno al diez (de menor a mayor relevancia).

**Tabla 26: Factores de comparación de alternativas**

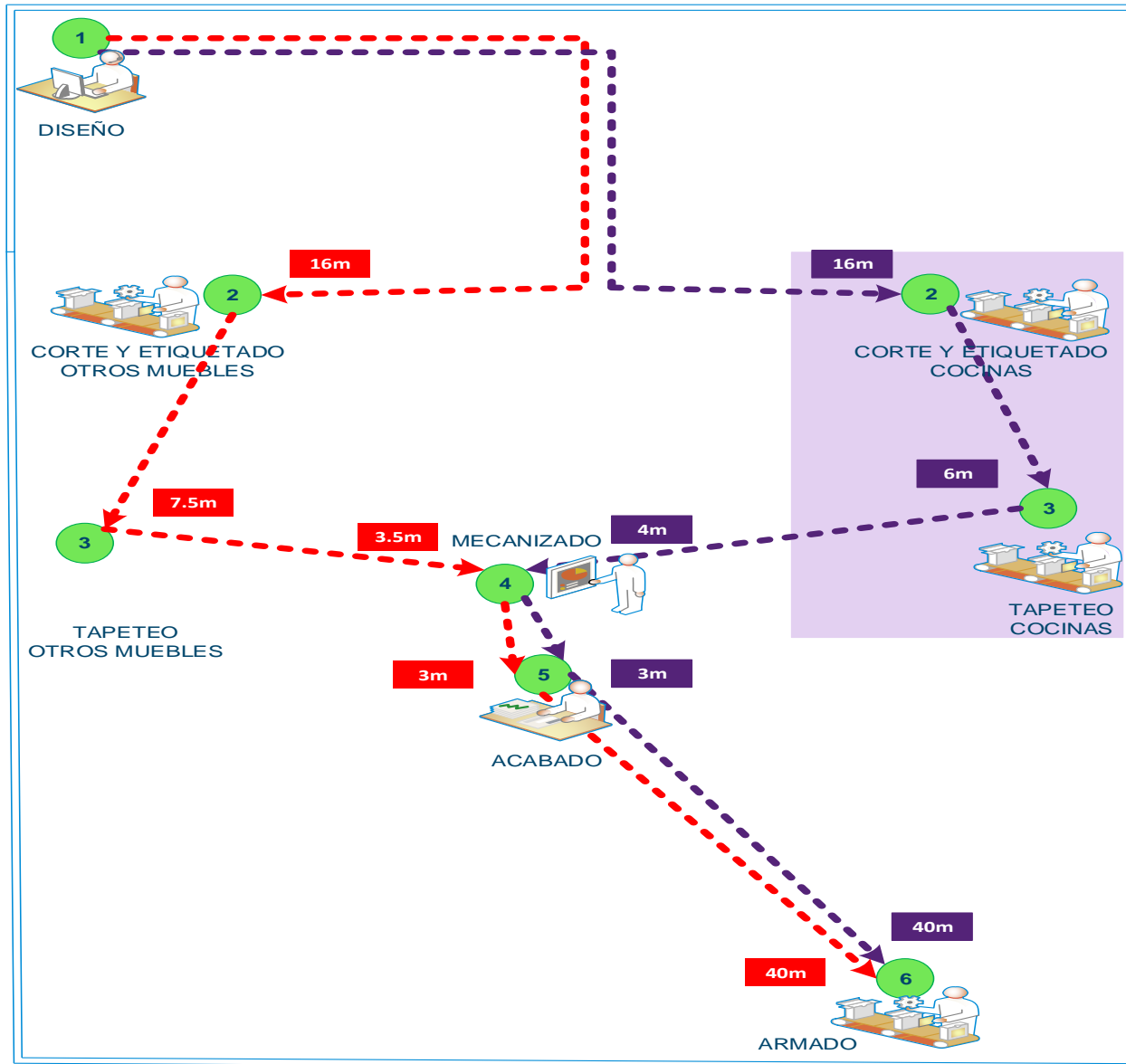
FACTORES	Pesos	ACOTACIÓN, BRUTAS O PONDERADAS		COMENTARIOS
		A	B	
1. Flexibilidad	6	I 12	A 24	-
2. Eficacia del recorrido de productos	10	E 30	I 20	-
3. Eficacia del almacenaje	10	I 20	E 30	-
4. Utilización de las superficies	8	I 16	E 24	-
5. Condiciones de trabajo	6	I 12	I 12	-
6. Supervisión y control	7	O 7	O 7	-
7. Utilización de los equipos	8	A 32	A 32	-
<b>TOTALES</b>		<b>129</b>	<b>149</b>	

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

Según se aprecia, la mayor ponderación corresponde al planteamiento B (con 149 puntos) Por lo cual, corresponde a la versión mejorada para Muebles Ortiz, S.A. Considerando que tiene un buen puntaje en flexibilidad (para futuros cambios) La eficacia del recorrido del proceso es buena, así como su almacenaje y la utilización de las superficies (con lo que consecuentemente dejará mayor espacio habilitado). Y lo anterior incidirá positivamente en las condiciones de trabajo, la supervisión y el control de los equipos. Puesto que se ha utilizado la maquinaria que estaba inactiva para proceder con la creación de la línea de cocinas.

Las mejoras en el proceso y su secuencia con el anterior reacomodo de actividades se pueden contemplar en la Figura 48 por medio del nuevo diagrama de recorridos propuesto que se presenta en la siguiente página:

**Figura 48: Diagrama de recorridos propuesto**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Los números colocados dentro del círculo denotan la secuencia de proceso. Las líneas y segmentos en color morado representan la línea de producción de las cocinas, mientras que en rojo se abarca la distribución por proceso de los demás tipos de mueble. Al llegar a mecanizado, ambos se unen para continuar con el detallado de cada una de las piezas (acabado) y finalizar con el ensamble. Así como se observa, se ha unificado una sola sección para el armado, puesto que ya no será necesario tener que devolverse de un lado de la planta a otro.

De este modo, con tan solo visualizar los recorridos por un momento, se denota una mejor sucesión de las actividades y ahora se entiende con claridad en donde comienza y finaliza el proceso. Puesto que no existen líneas cruzadas entre sí como se apreció con anterioridad en la situación actual. Esto se ve reflejado en una disminución de los recorridos (Tabla 27). Donde pasarían a recorrer de 88,5 metros (antes) a setenta metros (después) por cada mobiliario elaborado. Esta reducción a lo largo de un día, contribuiría en un gran ahorro de tiempo para cada colaborador.

**Tabla 27: Disminución de recorridos con mejoras en la distribución**

Distancia recorrida con secuencia del proceso propuesta				
Muebles	De		Hacia	Metros recorridos
Cocina	Diseño	→	Corte y etiquetado	16
	Corte y etiquetado	→	Tapeteado	7.5
	Tapeteado	→	Mecanizado	3.5
	Mecanizado	→	Acabado	3
	Acabado	→	Armado	40
			$\Sigma$ (m):	<b>70</b>
Otros	Diseño	→	Corte y etiquetado	16
	Corte y etiquetado	→	Tapeteado	6
	Tapeteado	→	Mecanizado	4
	Mecanizado	→	Acabado	3
	Acabado	→	Armado	40
			$\Sigma$ (m):	<b>69</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Para culminar con esta propuesta, se debe recalcar que al hacer el cambio de agregar la línea de producción para las cocinas, se necesitarán dos operarios más, adicionales al proceso. El primero de ellos para manipular y ejecutar las acciones de corte y etiquetado y el segundo para el área de tapeteado. Los requisitos y responsabilidades para ambos son similares y se pueden observar en la Tabla 28.

**Tabla 28: Requisitos y responsabilidades para operarios de la línea de cocina**

REQUISITOS	RESPONSABILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexto año de la Educación General Básica.</li> <li>• Edad requerida: mayor de 18 años.</li> <li>• Capacidad para realizar operaciones repetitivas.</li> <li>• Experiencia en mueblería es un plus.</li> <li>• Motora fina desarrollada.</li> <li>• Capacidad de acatar procedimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar adecuadamente las labores que le sean asignadas.</li> <li>• No ejecutar ninguna labor sin haber sido previamente entrenado.</li> <li>• Cumplir con cada uno de los requerimientos establecidos en los procedimientos.</li> </ul>

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### **Piezas perdidas dentro de la planta**

Dado que el 40,4% de los reprocesos es producto de que las piezas se extravían dentro de la planta por el gran desorden que actualmente existe, es relevante que la empresa contemple el poner en marcha el Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) Se ha destinado el siguiente apartado para incluir su manual respectivo donde se especifique su alcance, objetivos y todos los aspectos que envuelve para su apropiado funcionamiento.



**MUEBLES ORTIZ**

**DOCUMENTO  
INTERNO:**

**PROGRAMA SOL  
(SEGURIDAD, ORDEN Y  
LIMPIEZA)**

**VERSIÓN: 01**

**VIGENTE DESDE: Noviembre, 2017**

**MUEBLES ORTIZ, S.A.**

**NOVIEMBRE 2017**

**PROGRAMA SOL**

**(SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA .....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
ALCANCE.....	5
ESTRATEGIA POR SEGUIR.....	5
CLASIFICAR (SEIRI).....	5
ORDENAR (SEITON).....	9
Marcación con colores .....	12
Marcación de la ubicación .....	15
Check-list .....	16
LIMPIAR (SEISO) .....	17
Planeación de la limpieza .....	17
Elementos de limpieza.....	18
Diagrama de flujo .....	20
Tarjeta amarilla .....	21
ESTANDARIZAR (SEIKETSU) .....	22
Bienestar del personal.....	22
Asignación de responsabilidades .....	23
Auditorías.....	26

Pizarras informativas .....	28
AUTODISCIPLINA (SHITSUKE).....	29
PLAN DE ACCIÓN DE 5S.....	29
PAPEL DEL CICLO PHVA EN LAS 5S.....	30
USO DE INDICADORES .....	31

**DOCUMENTO  
INTERNO:**PROGRAMA SOL  
(SEGURIDAD, ORDEN Y  
LIMPIEZA)**VERSIÓN:** 01**VIGENTE DESDE:** Noviembre, 2017

## INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA

Dadas las causas de los reprocesos analizados durante el mes de setiembre, se tiene que un 40% de ellos corresponde a que las piezas de madera se pierden dentro de la planta productiva. Este aspecto es ocasionado principalmente por la carencia de orden y limpieza que envuelve a la cultura organizacional. Ya que por el desorden existente es muy difícil llevar trazabilidad y un control visual de cada elemento. Su mejora es el propósito fundamental del programa SOL.

El programa abarca todos los ámbitos de la compañía, desde la gerencia general y sus procesos administrativos, hasta el área de producción con cada uno de sus colaboradores. Con su adecuado funcionamiento, la empresa se verá beneficiada con el incremento de su productividad, un mejor ambiente de trabajo y menos reprocesos, que incidirá positivamente en la baja de horas extra y por ende, en la reducción de costos. No obstante, el lograr esto implica un alto compromiso de los altos mandos para que pueda ser inculcado poco a poco en todos los sectores de la empresa.

### OBJETIVO GENERAL

Establecer el programa SOL en cada uno de los departamentos de la empresa Muebles Ortiz, S.A. para la mejora de la distribución de su planta en los ámbitos de seguridad, orden y limpieza.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender el alcance, los elementos y los beneficios que envuelven al programa SOL aplicado a la empresa Muebles Ortiz, S.A.
- Involucrar a todo el personal de la organización con los conceptos y requerimientos que abarca el programa de seguridad, orden y limpieza.
- Definir los instrumentos de control por medio de los cuales se mida el cumplimiento en las condiciones de seguridad, orden y limpieza de la empresa.

**DOCUMENTO  
INTERNO:**
**PROGRAMA SOL  
(SEGURIDAD, ORDEN Y  
LIMPIEZA)**
**VERSIÓN: 01**
**VIGENTE DESDE: Noviembre, 2017**

- Lograr una mejora en la planta de Muebles Ortiz, S.A. a través del programa SOL que reduzca el número de piezas reprocesadas por extravío y aumente los índices de productividad.
- Propiciar condiciones de trabajo favorables a través de buenas prácticas de seguridad, orden y limpieza para resguardar la integridad de cada miembro dentro de la organización.

### **ALCANCE**

El programa SOL abarca cada una de las actividades ejecutadas dentro de las instalaciones de la empresa Muebles Ortiz, S.A., incluyendo el sector administrativo y productivo.

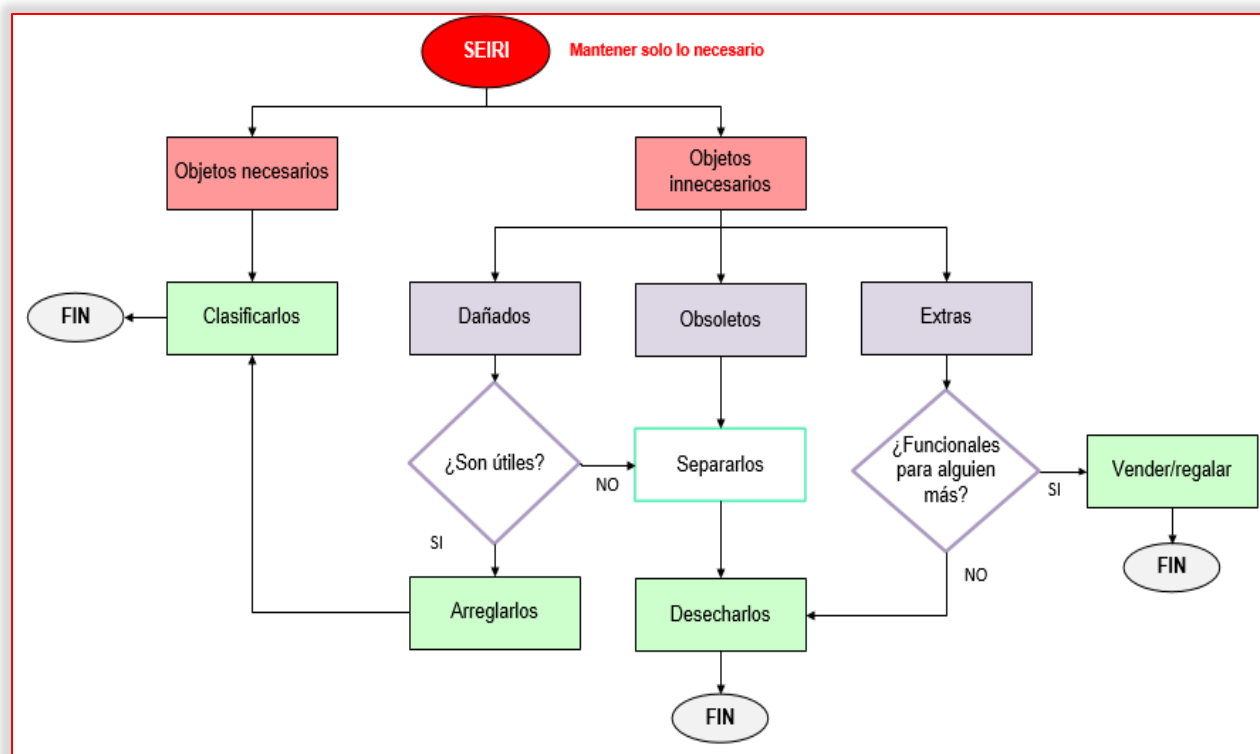
### **ESTRATEGIA A SEGUIR**

El programa SOL rige en torno a la estrategia de las 5S, así pues, con el uso correcto de cada una de sus cinco etapas (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y autodisciplina), lo que se busca es una mejora de cada una de las áreas de trabajo por medio de lo cual, se propicie un mejor ordenamiento de las actividades. Y que a su vez, dé resultados positivos en la distribución de la planta (incluyendo la liberación de espacios congestionados), el ambiente laboral, la productividad y la eliminación de desechos. A continuación, se dispondrá a detallar el funcionamiento y requerimientos de cada una de las etapas que conlleva este proceso:

#### **Clasificar (SEIRI)**

Esta fase involucra el desprenderse de todo lo innecesario, llámese objetos dañados, obsoletos o elementos “de más” que están dentro de la organización restando espacio y en su lugar, mantener únicamente lo necesario. Implica distinguir lo útil de lo innecesario, analizar qué está dañado y es funcional, para posteriormente repararlo. Además, de validar qué no le sirve a la empresa pero sí a otras personas y determinar si se les puede vender e inclusive donar. Lo importante aquí, es deshacerse de todo aquello que no está agregando valor a las diversas áreas. Esto se puede ver claramente identificado en la Figura 1.

**Figura 1: Diagrama SEIRI**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Como complemento a esta actividad, deberá utilizarse una hoja de verificación (Tabla 1) donde se especifique cuáles son los elementos innecesarios encontrados, en qué área de la planta se ubican, en qué cantidades y su posible causa. Del mismo modo, se debe señalar si es servible o no para alguien más y en caso de tener una respuesta negativa, es necesario sugerir una acción para erradicar por completo esos artículos.



**DOCUMENTO  
INTERNO:**
**PROGRAMA SOL  
(SEGURIDAD, ORDEN Y  
LIMPIEZA)**
**VERSIÓN: 01**
**VIGENTE DESDE: Noviembre, 2017**
**Figura 2: Tarjeta roja-SEIRI**

<b>TARJETA ROJA MUEBLES ORTIZ S.A.</b>		
<b>ARTÍCULO ENCONTRADO</b>	<b>FECHA:</b>	<b>UBICACIÓN</b>
_____	_____	_____
<b>ELABORADA POR</b>	<b>SECCIÓN / DPTO</b>	_____
_____	_____	_____
<b>CATEGORÍA (marque con X)</b>		
<input type="checkbox"/> 1 Maquinaria	<input type="checkbox"/> 5 Limpieza	<input type="checkbox"/> 8 Sustancia peligrosa
<input type="checkbox"/> 2 Herramientas/herrajes	<input type="checkbox"/> 6 Materia prima	<input type="checkbox"/> 9 Producto terminado
<input type="checkbox"/> 3 Papelería/Librería	<input type="checkbox"/> 7 Desechos (madera/tapeta...)	
<input type="checkbox"/> 4 Equipo de oficina		
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>VALOR (€)</b>
_____	_____	_____
<b>RAZÓN DE DESECHO (marque con X)</b>		
<input type="checkbox"/> 1 No se necesita	<input type="checkbox"/> 3 Desperdicio	<input type="checkbox"/> 5 Contaminante
<input type="checkbox"/> 2 Defectuoso	<input type="checkbox"/> 4 Obsoleto	<input type="checkbox"/> 6 Otro _____
<b>CONSIDERAR ALMACENAJE TIPO (marque con X):</b>		
<input type="checkbox"/> 1 Frágil	<input type="checkbox"/> 2 Explosivo	<input type="checkbox"/> 3 Sin humedad
<input type="checkbox"/> 4 Otro _____		
<b>DESECHARLO TIPO (marque con X):</b>		
<input type="checkbox"/> 1 Vender	<input type="checkbox"/> 2 Regalar	<input type="checkbox"/> 3 Otro _____
<b>DESECHO COMPLETO</b>		
<b>Fecha</b>	<b>Firma de autorización</b>	_____
_____	_____	_____

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Parte de las ventajas obtenidas una vez que se ha aplicado esta faceta es que las áreas que hoy en día se encuentran amontonadas serán visiblemente descongestionadas. Esto porque se habrá eliminado toda clase de herramientas, desechos y demás artículos inservibles que reducían el espacio de la planta. Para finalizar este proceso, una vez que han sido detectados los componentes no útiles, se tendrá que redactar un informe final (Tabla 2) para su adecuado seguimiento, donde se detalle cada uno de ellos, sus cantidades, las acciones planificadas y los beneficios aportados a la organización. Deberá asignar usen encargado por área para la realización de este documento.



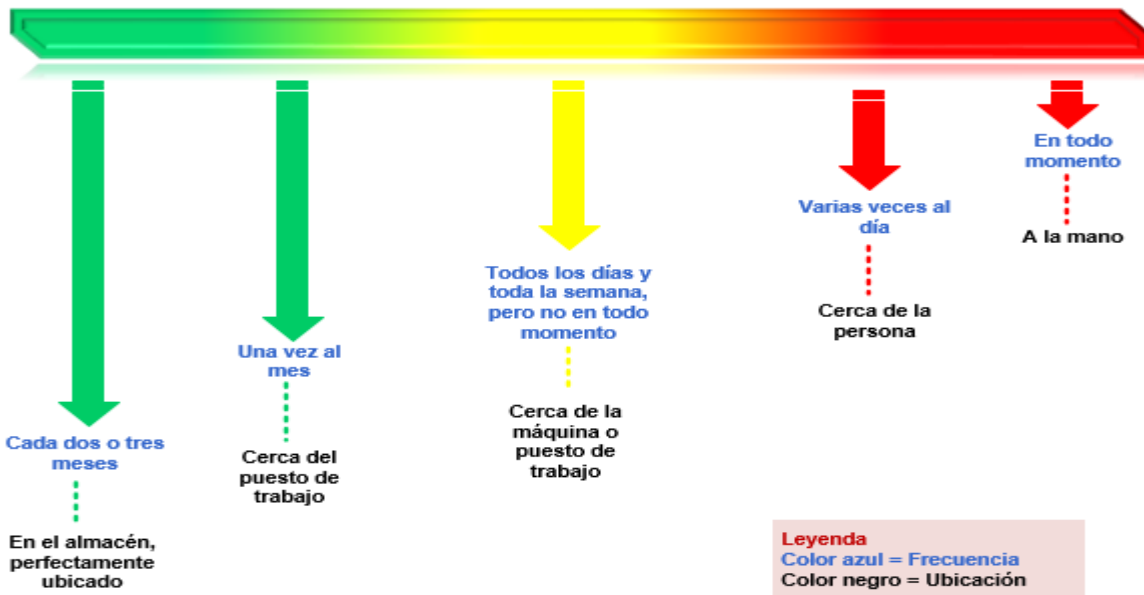
**Tabla 3: Boleta de piezas perdidas**

BOLETA DE PIEZAS PERDIDAS - MUEBLES ORTIZ S.A.	
Fecha: _____	Operación: _____
Tipo de pieza perdida: _____	
Color: _____	
Nombre del proyecto: _____	
Ubicación: _____	
Largo (mm): _____	
Ancho (mm): _____	
Posible causa del extravío: _____	

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

Dado a que no todos los objetos en la empresa se utilizarán en la misma medida, es decir, habrá unos de uso constante mientras que otros no, se ha diseñado la Figura 3 como una guía que indica donde situar cada elemento conforme a su frecuencia de uso. Debe tenerse en cuenta que si existe gran cantidad de un artículo pero solo se usa una vez al mes, debe removerse.

**Figura 3: Frecuencia de elementos necesarios-SEITON**



**Nota:** Lilliana Cubero Arias

Por otra parte, para lograr un adecuado ordenamiento y almacenamiento de la madera, se tendrán que adquirir y emplear un rack que permita el almacenamiento de al menos quince colores de melamina diferentes. Un ejemplo es el presentado en la Figura 4.

**Figura 4: Ejemplo de rack para el almacenamiento de madera**



**Nota: Grupo SGMV**

Para agilizar el proceso de acomodo, transporte y ubicación del material dentro de la planta de producción (como piezas de madera y láminas de melamina por mencionar algunos), se deberá adquirir una carretilla como la mostrada en la Figura 5. La cual, no solamente será efectiva en este proceso, sino que además, le facilitará las labores a los colaboradores en su jornada diaria.

**Figura 5: Carretilla manual**



**Nota: Accolombia**

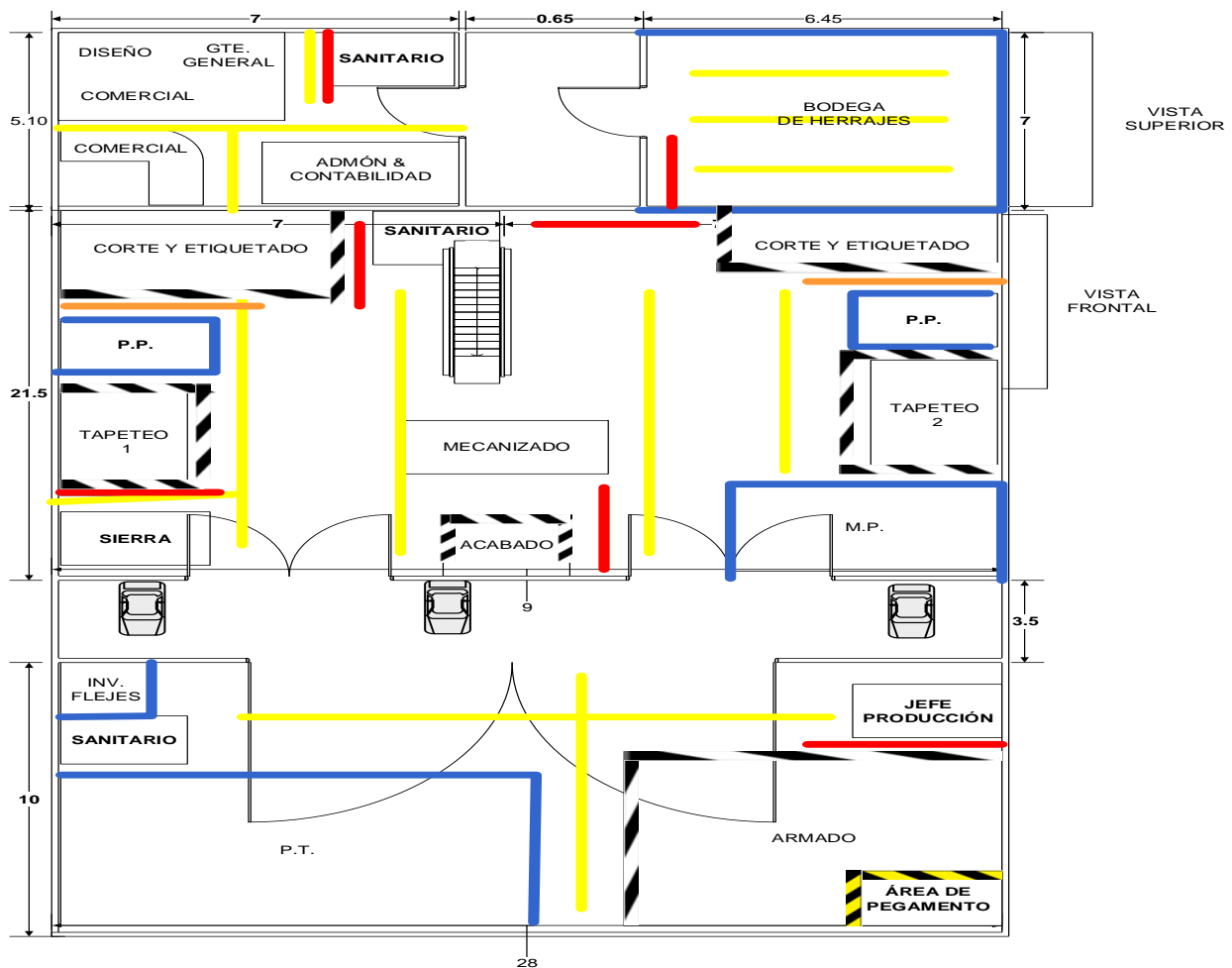
<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	<b>PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)</b>
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

En adición a lo anterior, se utilizarán tres tipos de controles diferentes para cerciorarse de que el orden en las áreas y elementos se siga manteniendo. Cada uno de ellos se define a continuación:

**Marcación con colores**

Consiste en la asignación de franjas dentro de las instalaciones para delimitar las diversas zonas, pasillos y áreas de trabajo (Figura 6).

**Figura 6: Layout de la planta con marcación por colores**



Nota: Lilliana Cubero Arias

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

Según se aprecia, la planta estará dividida con bordes en varios colores, los cuales son previamente definidos por la metodología 5S y se exponen seguidamente (Tabla 4):

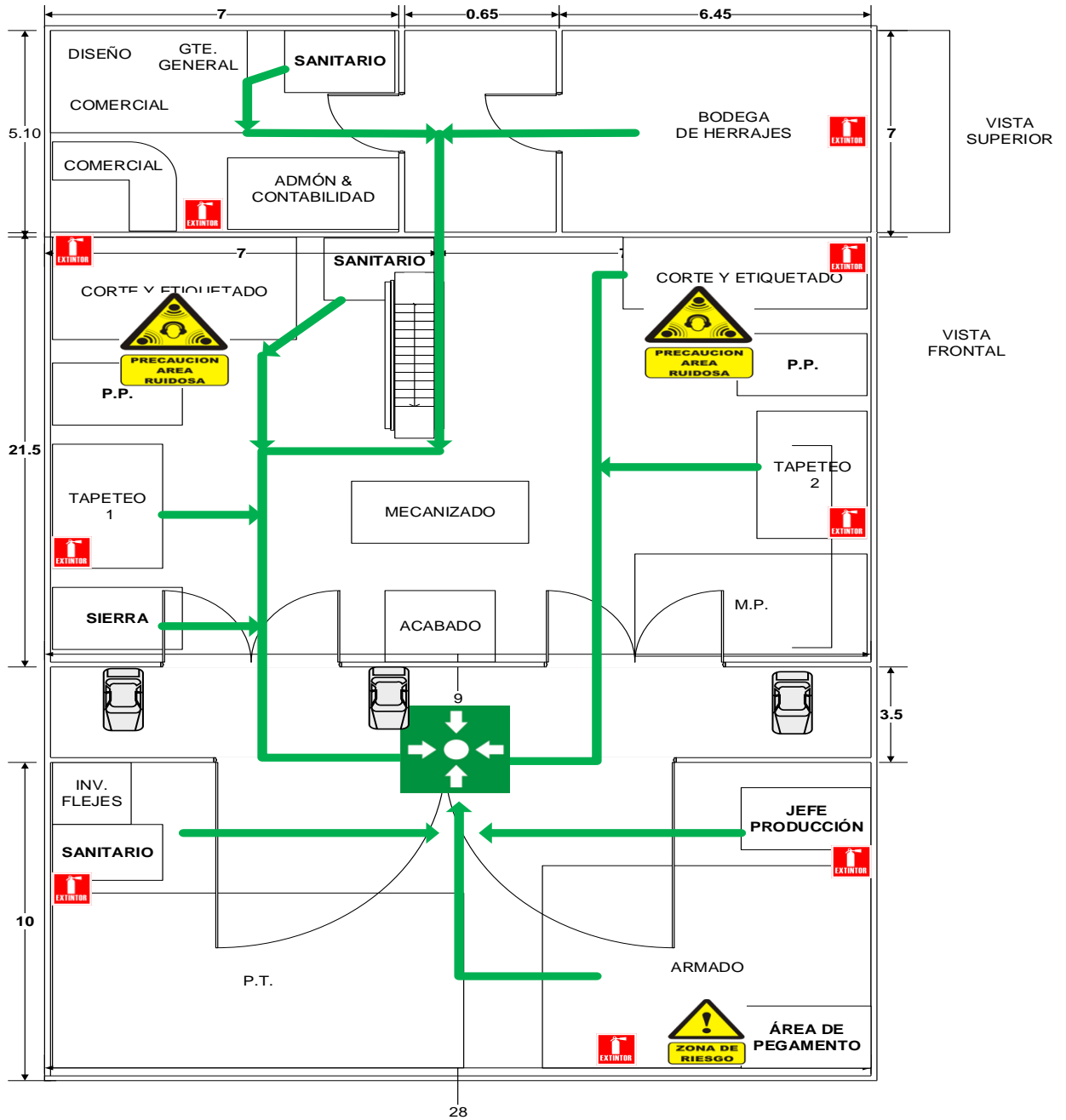
**Tabla 4: Estándar de colores para el marcaje de pisos**

Color		Área
Amarillo		Pasillos, carriles de tránsito y celdas de trabajo
Blanco		Material y equipamiento que no tenga otro código de color (estaciones de trabajo, carros, anuncios de piso, estantes, etc.)
Azul, verde y/o negro		Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajo en proceso y producto terminado.
Anaranjado		Materiales o productos detenidos para inspección
Rojo		Defectos, desechos, reproceso y áreas de tarjeta roja
Fotoluminiscente		Escalones y demarcación perimetral para identificar rutas de salida en emergencias sin luz.
Rojo y blanco		Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad/normativa (áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad como estaciones de lavado de ojos, regaderas de emergencia y estaciones de primeros auxilios).
Negro y blanco		Áreas que se deben mantener libres por propósitos de operaciones (no relacionados con la seguridad y normativa)
Negro y amarillo		Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos especiales ya sea físicos o para la salud

**Nota: Brady Worldwide Inc.**

Por otra parte, es necesario aprovechar este punto para delimitar las rutas de evacuación de la empresa y la inclusión de cierta señalización de precaución como es el caso de la zona de riesgo y las áreas ruidosas que actualmente no están especificadas. Esto con el fin de resguardar con antelación la seguridad de todos los colaboradores ante una eventual emergencia. Tal cual se observa en la Figura 7, los flujos para el desalojo de las instalaciones han sido marcados en color verde siguiendo un patrón organizado para todas las secciones que guían hacia un punto de reunión. Además, se ha velado para que exista un extintor en las cercanías de cada una de las actividades.

**Figura 7: Rutas de evacuación Muebles Ortiz, S.A.**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

Para comprobar que la seguridad dentro de la organización se está preservando en las condiciones adecuadas (partiendo por el personal y culminando con todo lo demás que envuelve a la organización), se manejarán tarjetas en color verde para indicar cuando uno de sus factores está siendo alterado y poder así, buscar su pronta corrección. Esto acorde con la prioridad asignada por la persona a cargo, un ejemplo de este tipo de ficha por utilizar se presenta en la Figura 8.

**Figura 8: Tarjeta verde-SEITON**

TARJETA VERDE MUEBLES ORTIZ S.A.	
FECHA: _____	UBICACIÓN _____
<b>SEGURIDAD</b>	
ELABORADA POR _____	SECCIÓN / DPTO _____
ANOMALÍA DETECTADA EN (marque con X)	
<b>Rubro</b>	<b>¿Por qué atenta contra la seguridad esta anomalía? Especifique</b>
<input type="checkbox"/> 1 Personal	_____
<input type="checkbox"/> 2 Materiales/Herramientas	_____
<input type="checkbox"/> 3 Maquinaria/Equipo	_____
<input type="checkbox"/> 4 Instalaciones	_____
<input type="checkbox"/> 5 Otro	_____
PRIORIDAD (marque con X)	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
ACCIÓN CORRECTIVA	FECHA LÍMITE
_____	_____
_____	
_____	

**Nota: Lilliana Cubero Arias**



### Marcación de la ubicación

La marcación de la ubicación se llevará a cabo de dos maneras distintas. Siendo la primera de ellas a través de la colocación del nombre/oficio a todas las áreas y puestos de trabajo. De esta forma, se tendrá una mejor visibilidad para identificarlas. La segunda refiere a la utilización de indicadores absolutos de cantidad, donde se sitúe por cada artículo (materias primas, artículos de oficina, entre otros) el total de existencias que deben haber (deben colocarse máximos y mínimos).

**Check-list**

Finalmente, para darle un seguimiento oportuno al ordenamiento de todos los objetos, se deberá emplear una hoja de chequeo (Tabla 5) Donde se indique con un “Si” o “No”, si los parámetros del uso de indicadores de cantidad, la colocación de los artículos respecto a su frecuencia de utilización y la delimitación de zonas con respecto a sus actividades están siendo cumplidas a cabalidad. Del mismo modo, se tendrá que asignar a un encargado (a) para completar esta hoja y que además, en caso de haber una acción correctiva que incluya la fecha límite para su arreglo.

**Tabla 5: Check-list SEITON**

CHECK LIST SEITON (ORDENAR)				
Encargado (a): _____		Función: _____		
Área chequeada: _____		Fecha: _____		
Departamento: _____				
#	Puntos de chequeo	Cumple		Acción correctiva (incluir fecha límite)
		Sí	No	
1	¿Hay indicadores de cantidad a simple vista?			
2	¿Los artículos están correctamente estibados?			
3	¿Las herramientas de utilización frecuente están cerca del lugar de uso?			
4	¿Las rutas de acceso, almacenamiento, áreas de trabajo y equipos, se encuentran claramente identificados?			
5	¿Hay extintores cerca de las áreas revisadas?			
6	¿Las sustancias peligrosas están correctamente señaladas?			

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Una vez que se ha concluido esta etapa, se comenzará a percibir ciertos beneficios, por mencionar algunos: los materiales no se extraviarán más dentro de la organización y eso influirá positivamente en el ahorro de tiempo (al tener un mejor control visual de los objetos). Además de que el proceso no se verá constantemente interrumpido.

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

### Limpiar (SEISO)

Para lograr en detalle una adecuada limpieza, esta faceta se dividirá en cuatro aspectos principales: el desarrollo de un planeamiento, la definición de los elementos para la limpieza, un diagrama de flujo para puntualizar el proceso y por último, el control a través de una tarjeta amarilla. Cada una de estas partes se detalla por separado a continuación:

#### Planeación de la limpieza

Se ha diseñado un cronograma de limpieza (Tabla 6) que incluye a toda la organización con el fin de garantizar que todo el personal participe activamente en este aspecto diariamente.

**Tabla 6: Cronograma de limpieza-SEISO**

CRONOGRAMA DE LIMPIEZA MUEBLES ORTIZ S.A.											
ENCARGADO (A)	LIMPIAR	DTO.	HORARIO								
			9-9:10	9:30-9:40	9:30-9:45	12:50-1:00	12:45-1:00	2:30-2:40	3:30-3:40	3:30-3:45	
Gerente general	Área de trabajo/oficina	A	■ ■ ■						■ ■ ■ ■		
Ventas	Área de trabajo/oficina	A	■ ■ ■						■ ■ ■ ■		
Comercial	Área de trabajo/oficina	A	■ ■ ■						■ ■ ■ ■		
Asistente (s)	Área de trabajo/oficina	A	■ ■ ■						■ ■ ■ ■		
Diseño	Área de trabajo/oficina	P	■ ■ ■						■ ■ ■ ■		
Jefatura producción	Área de trabajo/planta	P		■ ■ ■ ■						■ ■ ■ ■	
Corte y etiquetado	Área de trabajo/planta	P			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■
Tapeteado	Área de trabajo/planta	P			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■
Mecanizado	Área de trabajo/planta	P		■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■	
Acabado	Área de trabajo/planta	P		■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■	
Armado	Área de trabajo/planta	P			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■

Nota: Lilliana Cubero Arias

Cada colaborador podrá revisar el cronograma y situar el momento en el que tiene que realizar la limpieza. Se ha designado de esta manera dado a que tanto las áreas de trabajo como los equipos son bastante amplios para asignar esta tarea a una sola persona. El personal administrativo y el jefe de producción ejercerán esta labor dos veces al día por diez minutos y tendrán que velar por la higiene de sus escritorios. Esto implica la eliminación de papeles y archivos que se van acumulando a lo largo de la jornada.

Por otra parte, debido a la naturaleza del proceso de fabricación de muebles, el personal de producción tendrá que ser más constante (tres veces al día) con el aseo de sus puestos de trabajo. La duración de cada una de las limpiezas para los armados, corte y tapeteado será de quince minutos. Mientras que para el acabado y mecanizado se ha establecido un lapso de diez minutos. Esto se ha ejecutado tomando en consideración el nivel de complejidad para cada sector. Cada una de las limpiezas consistirá en barrer las instalaciones y remover el polvo.

Una consideración importante en este punto es que la limpieza de la maquinaria, equipos y herramientas de producción debe realizarse cada dos semanas por el departamento respectivo en un lapso de tiempo no superior a los treinta minutos. Esto incluye las máquinas de corte y etiquetado, la de tapeteado, mecanizado y cada una de las herramientas utilizadas para el proceso de ensamble.

### **Elementos de limpieza**

El proceso de limpieza requiere la utilización de ciertos artículos básicos que no deben pasarse por alto. Se ha especificado cada uno de ellos en la Tabla 7 y señalado el departamento que lo usará (producción o administración) En el caso del personal de producción (por las condiciones de polvo y peligrosidad de la maquinaria) siempre que se efectúe este proceso deben colocarse guantes, cubre bocas y lentes.

**Tabla 7: Elementos necesarios de limpieza y seguridad**

ELEMENTOS DE LIMPIEZA MUEBLES ORTIZ S.A.			
Artículo	Para uso de		Nota
	P	A	
Escoba	✓	✓	Para el personal de producción, cualquiera de los elementos de limpieza requiere el uso de guantes, cubre bocas y lentes de seguridad.
Pala	✓	✓	
Desinfectante	-	✓	
Estañones	✓	-	
Limpiones	✓	✓	
Alcohol industrial	✓	-	

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

Dentro de este apartado se debe aclarar la importancia de la adquisición de un colector de polvo tipo bolsa (como el ejemplar observado en la Figura 9) para la máquina de mecanizado, que actualmente no lo posee. Su uso reducirá en grandes proporciones la contaminación con aserrín dentro de la planta.

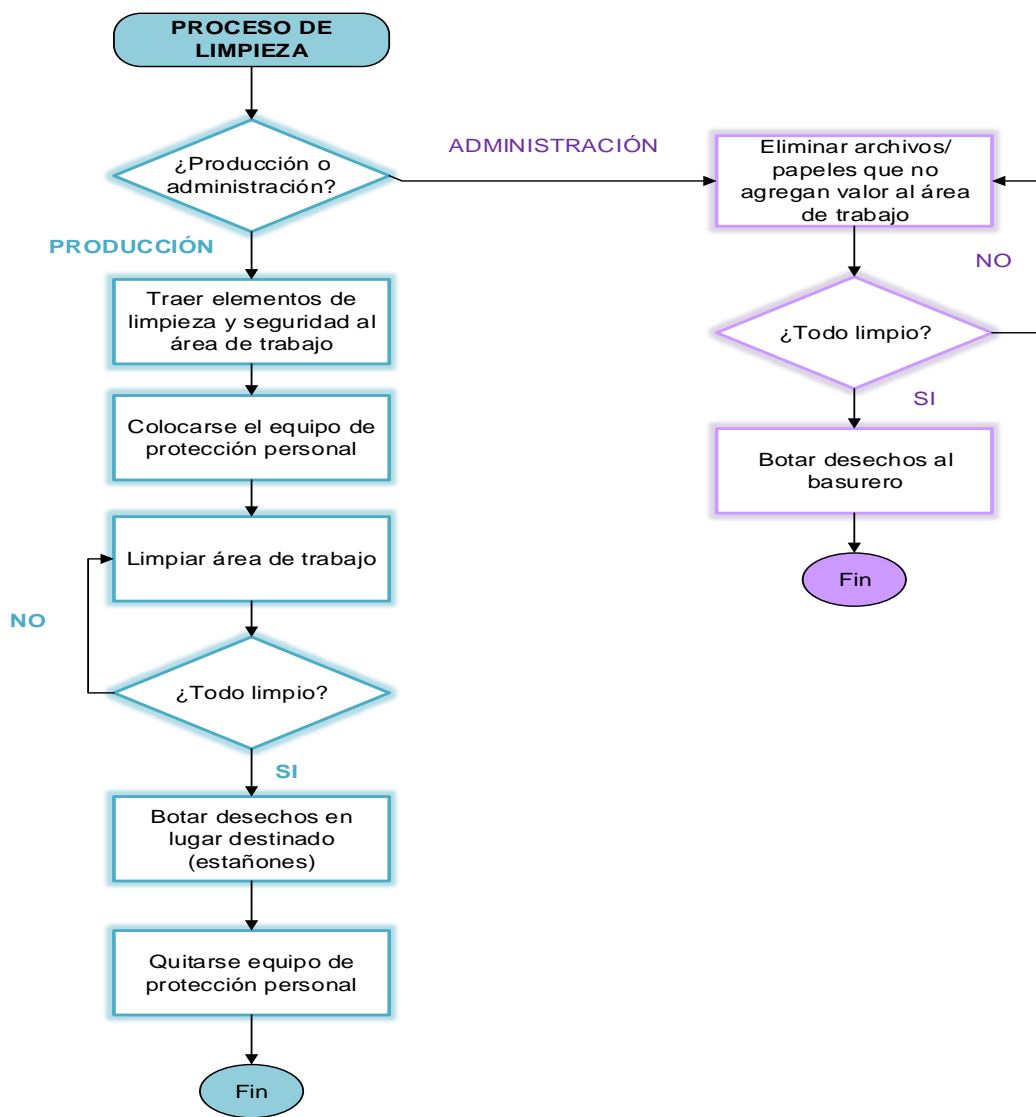
**Figura 9: Colector de polvo**


**Nota:** ECS Ingeniería y Servicios

**Diagrama de flujo**

En la Figura 10 se ha creado el diagrama de flujo a seguir por los colaboradores al momento de efectuar el la limpieza en sus respectivas áreas de trabajo.

**Figura 10: Diagrama de flujo para el proceso de limpieza**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	<b>PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)</b>
<b>VERSIÓN: 01</b>	
<b>VIGENTE DESDE: Noviembre, 2017</b>	

### Tarjeta amarilla

Esta tarjeta mostrada a través de la Figura 11, deberá usarse como un medio de control diario para asegurar el adecuado aseo por parte de los colaboradores en los puestos de trabajo e instalaciones de la empresa en general. Asimismo, en el caso de encontrar una anomalía con respecto a algún factor que lo altere, tendrá que indicarse una solución definitiva y asignar una fecha límite para su oportuna resolución.

**Figura 11: Tarjeta amarilla-SEISO**

**TARJETA AMARILLA MUEBLES ORTIZ S.A.**

FECHA: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN \_\_\_\_\_ **LIMPIEZA**

ELABORADA POR \_\_\_\_\_ SECCIÓN / DPTO \_\_\_\_\_

ALTERACIONES CON RESPECTO A (marque con X)

Categoría	Especifique
<input type="checkbox"/> 1 Polvo	_____
<input type="checkbox"/> 2 Producto peligroso	_____
<input type="checkbox"/> 3 Condición de las instalaciones	_____
<input type="checkbox"/> 4 Materiales/Productos	_____
<input type="checkbox"/> 5 Maquinaria/Equipo/Herramientas	_____
<input type="checkbox"/> 6 Acciones del personal	_____
<input type="checkbox"/> 7 Otro _____	_____

SOLUCIÓN \_\_\_\_\_ FECHA LÍMITE \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Después de utilizar apropiadamente esta etapa se tendrán ciertas ventajas como la reducción de scrap, aumento de la motivación entre los trabajadores (mejores vínculos como equipo de trabajo), incremento en la vida útil de los utensilios y maquinaria. Y, por supuesto, un mayor resguardo en la salud del personal al mantener las instalaciones libres de polvo.

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

### Estandarizar (SEIKETSU)

Para alcanzar que los logros y beneficios obtenidos en las tres etapas anteriores prevalezcan con el paso del tiempo se necesita de la estandarización. Esto abarca el bienestar del personal, la asignación de responsabilidades para cada uno de los trabajadores, el establecimiento de auditorías periódicas, el uso de tabloneros o pizarras con resultados y finalmente la utilización de indicadores. Los requerimientos de cada uno de estos puntos se detallan en las siguientes líneas.

#### Bienestar del personal

Dada la importancia de velar por la seguridad del personal, es necesario (aparte del uniforme que los colaboradores ya utilizan) establecer los siguientes artículos de protección personal visualizados en la Tabla 8 como lineamientos de uso estrictamente obligatorio para los colaboradores del departamento de producción.

**Tabla 8: Equipo de protección personal**

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL-MUEBLES ORTIZ S.A.		
Artículo	Ejemplo	Obligatorio para
Guantes de nitrilo		Uso de pegamento en spray
Guantes anti-corte		Corte-etiquetado, tapeteado, mecanizado, acabado, armado y sierra
Harness		Corte-etiquetado, tapeteado, mecanizado y armado
Lentes de seguridad		Corte-etiquetado, tapeteado, mecanizado, acabado y armado
Cubre bocas		Corte-etiquetado, tapeteado, mecanizado, acabado y armado
Orejeras		Corte-etiquetado y tapeteado
Careta		Sierra
Zapatos de seguridad		Todos los trabajadores de producción

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### **Ventilación.**

Parte del bienestar personal incluye que los colaboradores se sientan cómodos sin ninguna alteración que afecte su estancia en las instalaciones mientras realizan sus actividades del día a día. Dadas las condiciones de la organización, como su localización y la naturaleza de su proceso productivo, las áreas tienden a ser bastante calurosas. Entre ellas, las oficinas, por lo que se recomienda el manejo y adquisición de un aire acondicionado.

Por otra parte, en lo que respecta a las secciones de producción de muebles, no es factible la colocación de un aire acondicionado por dos circunstancias principales. En primer lugar, se esparciría con mayor facilidad todo el aserrín que es desprendido en cada proceso y en un segundo término, aunado a eso, el equipo se dañaría constantemente. Sin embargo, la condición de la ventilación puede mejorar significativamente al aplicar correctamente la etapa anterior de limpieza. Esto debido a que al adquirir el colector de polvo que hace falta, se tendrá un ambiente más nítido. Y al limpiar las instalaciones constantemente y al utilizar el equipo de protección personal de la manera adecuada, se empezarán a percibir grandes mejoras.

### **Asignación de responsabilidades**

Para el adecuado cumplimiento y control de todo lo expuesto es necesario dotar de ciertas responsabilidades a tres grupos de personas primordialmente dentro de la organización (Tabla 9). Partiendo por los dueños, seguido por los colaboradores y, finalmente, es estrictamente necesario un comité que vele por la seguridad, el orden y la limpieza dentro de las instalaciones de la empresa. El cual, será encabezado por un líder (ingeniero industrial), un jefe de producción y el asistente administrativo. Del primero, se citará, además, cuáles son los requisitos con los que deben contar para su contratación.

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

**Tabla 9: Asignación de responsabilidades-SEIKETSU**

NOMBRE	ÁREA	RESPONSABILIDADES
Altos mandos (Guillermo, David, Carlos, Sergio y Patricia Ortiz)	Administrativo-producción	<p>Fomentar el desarrollo de una cultura organizacional sobre la base de la seguridad, el orden y la limpieza (enseñar con el ejemplo).</p> <p>Brindar los recursos de personal y económicos necesarios para el progreso del programa SOL.</p> <p>Participar activamente en las auditorías realizadas para el monitoreo del programa.</p>
Colaboradores	Administrativo-producción	<p>Cooperar activamente con los lineamientos demandados por el programa.</p> <p>Avisar a los superiores o encargados del programa acerca de cualquier anomalía que altere las condiciones de seguridad, orden y limpieza dentro de la compañía.</p>

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

NOMBRE	ÁREA	RESPONSABILIDADES
Colaboradores	Administrativo-producción	Ofrecer una actitud positiva hacia el programa y considerarlo como parte de su estilo de vida.
Comité del Programa SOL	Administrativo-producción	<p>Capacitar a todo el personal que conforma la empresa acerca del programa SOL.</p> <p>Poner en ejecución el programa SOL y llevar el adecuado seguimiento y revisiones periódicas para su mejora.</p> <p>Motivar al personal para que el desarrollo de sus acciones sea en pro de la seguridad, el orden y la limpieza.</p>

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

**Perfil del líder del comité propuesto.**




- Licenciatura en ingeniería industrial.
- Conocimiento del Programa SOL y sus requerimientos implícitos.
- Conocimiento acerca del establecimiento de procedimientos y controles.
- Capacidad para trabajar bajo presión y en equipo.
- Habilidades de liderazgo, comunicación y dominio en el manejo adecuado del tiempo.
- Manejo de Ofimática (Word, Excel, Power Point, Visio y Minitab).

**Auditorías**

Será indispensable la ejecución de auditorías periódicas en cada una de las áreas de trabajo de la empresa (administrativas y de producción) para asegurarse de que el programa está generando buenos resultados y estos se mantengan de forma permanente. Dichas auditorías serán llevadas a cabo por el líder del comité. Se efectuarán cada cuatro meses durante el primer año que dé inicio el programa dado a que por estar comenzando, existirán con mayor frecuencia puntos de mejora. Luego de ahí, se realizarán cada seis meses.

En la Tabla 10 se presenta el formulario que deberá ser manejado al momento de aplicar las auditorías. En cada etapa se desglosa una serie de criterios que deberán ser calificados en una escala de cero al cinco, siendo esta última la más alta. Al finalizar la evaluación, podrá determinarse el puntaje total con respecto a la meta establecida, de esta manera se obtendrá un indicador guía de cuáles aspectos deben mejorarse para la próxima revisión.

**Tabla 10: Machote de auditoria 5S**

AUDITORÍA DE 5S - MUEBLES ORTIZ S.A.									
S	Criterio de evaluación	Calificación			Puntaje obtenido	Meta			
		Bueno 	Regular 	Malo 					
		5	3	0					
SEIRI (CLASIFICAR)	¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?					20			
	¿Se está haciendo uso de las tarjetas rojas para eliminar los artículos innecesarios?								
	¿Se utilizan las hojas de verificación y se preparan informes finales con los resultados?								
	¿Los elementos necesarios están en buenas condiciones y en las cantidades correctas?								
SEITON (ORDENAR)	¿Están los elementos ordenados según su frecuencia de uso?					30			
	¿Existe un lugar específico para todo e identificado (marcado) adecuadamente?								
	¿Están definidas las cantidades de cada artículo (con sus máximos y mínimos)?								
	¿Se regresan los artículos a su lugar original una vez que se han usado?								
	¿Está marcado el piso adecuadamente y delimitadas las rutas de evacuación?								
SEISO (LIMPIAR)	¿Se utilizan las tarjetas verdes para reportar anomalías que alteren la seguridad?					35			
	¿Los pasillos se encuentran libres de obstrucciones?								
	¿Las áreas de trabajo (mesas, maquinaria, equipos, herramientas) están limpias?								
	¿Se elimina constantemente el scrap del área de trabajo?								
	¿Se cumple el cronograma de limpieza?								
	¿Las instalaciones de la empresa (baños, escaleras, paredes), se encuentran aseadas y libres de polvo?								
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	¿Se utilizan las tarjetas amarillas para identificar alteraciones en la limpieza?					20			
	¿Se cuenta con los elementos adecuados para la limpieza?								
	¿Los lineamientos de las 3S anteriores son claramente conocidos y visibles?								
	¿El personal de producción utiliza el equipo de protección personal en todas las actividades?								
SHITSUKE (AUTODISCIPLINA)	¿Son aplicados diariamente los estándares de las 3S previas?					20			
	¿Se utilizan pizarras informativas e indicadores para conocer los resultados logrados?								
	¿Conoce el personal de área cuál es su papel en las 5S (qué debe hacer, cuándo, dónde y cómo)?								
	¿El personal se observa motivado con el uso de las 5S?								
	¿Está el personal debidamente entrenado en los procedimientos establecidos?								
	¿Conoce el personal de área los resultados de la auditorías de 5S?								

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

**Pizarras informativas**

Para hacer de las 3S anteriores una rutina, deberán utilizarse tablas o pizarras informativas (como la de la Tabla 11) Las mismas tendrán que colocarse en un lugar visible para todos los colaboradores. Ya que en ellas se reflejarán las metas de forma semanal, sus fechas de inicio y finalización, acompañadas de su responsable y posteriormente una vez logradas podrán compartirse sus resultados (se pueden incluir fotografías).

**Tabla 11: Ejemplo de pizarra informativa**

AREA _____		PIZARRA INFORMATIVA 5S								
S	SEMANA				METAS ESTABLECIDAS	EMPIEZA	TERMINA	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	RESULTADOS
	1	2	3	4						
SEIRI										
SEITON										
SEISO										
SEIKETSU										
SHITSUKE										
FOTOS										

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

Al mantener estandarización en los requerimientos anteriores hará que se cree el hábito de mantener ordenado y limpio el área de trabajo y se aumente la productividad. Por consiguiente, al percibir estos beneficios, los ejecutivos se comprometerán aún más en mejorar las condiciones de la empresa. De modo tal, que se vuelve todo un círculo de factores positivos alrededor de la organización.

### **Autodisciplina (SHITSUKE)**

Esta última fase se irá desarrollando paulatinamente conforme se vayan aplicando de forma permanente las etapas previas. Con la autodisciplina cada persona tendrá respeto por sí misma y por ende hacia los demás y toda la normativa que se ha señalado. A raíz de ello, el personal se sentirá feliz de ingresar cada día a su trabajo, mejorando las relaciones entre el equipo y queriendo hacer sus labores de la forma correcta.

### **Plan de acción de 5S**

Hasta el momento se ha venido citando lo que lleva implícito cada una de las etapas anteriores. Sin embargo, es importante tomar en cuenta los recursos principales que se necesitarían. En la Tabla 12 se ha identificado cada faceta, los recursos por utilizar y la periodicidad de uso de cada uno de ellos. Como se aprecia, es necesario la realización de campañas, presentaciones y diversos medios por medio de los cuales los colaboradores estén constantemente capacitados.

Cabe destacar, que antes de empezar a poner en marcha las 5S se debe hacer una prueba piloto en un área determinada de la organización. De esta manera, se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos por medio de las charlas educativas y se tendrá una mejor visualización de cuáles son los puntos que se deben reforzar y qué aspectos mejorar.

**Tabla 12: Plan de acción 5S**

<b>PLAN DE ACCIÓN 5S - MUEBLES ORTIZ S.A.</b>				
<b>Fases</b>	<b>Recursos a destinar</b>	<b>Responsable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Notas</b>
<b>SEIRI</b>	Campañas	Comité Programa SOL	Semanal	A excepción de las campañas (mensuales)
	Lápiz/lapicero/marcadores			
	Cartulina fosforescente (tarjetas rojas)			
	Personal			
	Computadora			
	Papel			
<b>SEITON</b>	Personal	Comité Programa SOL	Semanal	A excepción de las presentaciones (mensuales) Las señales de riesgo, evacuación y marcación de pisos se colocarán una única vez
	Presentaciones			
	Cintas de colores			
	Señales de riesgo y evacuación			
	Cartulina fosforescente (tarjetas verdes)			
	Etiquetas			
	Papel			
Lápiz/lapicero/marcadores				
<b>SEISO</b>	Elementos de limpieza	Comité Programa SOL	Diaria	A excepción de las máquinas y equipos (quincenal)
	Lápiz/lapicero/marcadores			
	Personal			
	Charlas/videos			
	Cartulina fosforescente (tarjetas amarillas)			
<b>SEIKETSU</b>	Equipo de protección personal	Comité Programa SOL	Cuatrimestral o semestral (auditorías)	Semanal en el caso de la pizarra informativa
	Pizarra informativa			
	Personal			
	Lápiz/lapicero/marcadores			
	Fotos			
	Reuniones (comunicar resultados)			

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### **Papel del ciclo PHVA en las 5S**

Este ciclo está íntimamente ligado con las 5S puesto que implica planear; para establecer a dónde se quiere llegar. Además de conformar el comité respectivo, informar y capacitar a los involucrados y definir el plan piloto. El lapso de “hacer” indica poner en práctica los conocimientos adquiridos. Con la verificación se pretende mejorar todo el proceso a través de controles y mediciones de alerta. Y finalmente, se actúa al transformar las 5S en un estilo de vida.

<b>DOCUMENTO INTERNO:</b>	<b>PROGRAMA SOL (SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA)</b>
<b>VERSIÓN:</b> 01	
<b>VIGENTE DESDE:</b> Noviembre, 2017	

### USO DE INDICADORES

Con la finalidad de medir el cumplimiento del programa en los ámbitos de seguridad, orden y limpieza en la organización, el líder del comité (encargado de efectuar las auditorias) deberá asimismo, incluir a su reporte final siguientes indicadores mostrados en la Tabla 13. Conforme avance el programa y por ende las inspecciones, podrán establecer estándares que permitan comparar las variaciones entre la efectividad de un periodo contra el otro.

**Tabla 13: Indicadores-Programa SOL**

INDICADOR	META	FÓRMULA	FUENTE DE INFORMACIÓN	PERÍODO				VARIACIONES				OBSERVACIONES
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Cumplimiento de las 5S	100	$\frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje meta}} \times 100$	Auditoría 5S									
Piezas extraviadas	0	$\frac{\text{Piezas perdidas}}{\text{Piezas producidas}} \times 100$	Jefatura de producción									
Cumplimiento de capacitaciones	100	$\frac{\# \text{ capac. ejecutadas}}{\# \text{ capac. planeadas}} \times 100$	Comité Programa SOL									
Cumplimiento de mejoras	100	$\frac{\# \text{ mejoras no ejecutadas}}{\# \text{ mejoras solicitadas}} \times 100$	Comité Programa SOL									

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

### **Mala medición de piezas y no entender los planos**

Se brindará a continuación una propuesta basada en procedimientos para que los procesos de corte-etiquetado y diseño dejen de ser parte de los reprocesos. Se incluirán además, los responsables de cada actividad y los cambios que tendrá el diagrama de flujo actual. En último lugar, se establecerán puntos críticos de control con su forma de monitoreo para evitar alteraciones en las operaciones. Por el amplio conocimiento del ingeniero industrial que será contratado, es necesaria además su colaboración en la puesta en marcha de estas mejoras como la persona que capacite al personal y sea un ente regulador para su cumplimiento.

#### **Procedimientos propuestos**

En las próximas líneas (Tabla 29) se presentan los pasos con cada una de las descripciones y su respectivo encargado para el proceso de diseño.

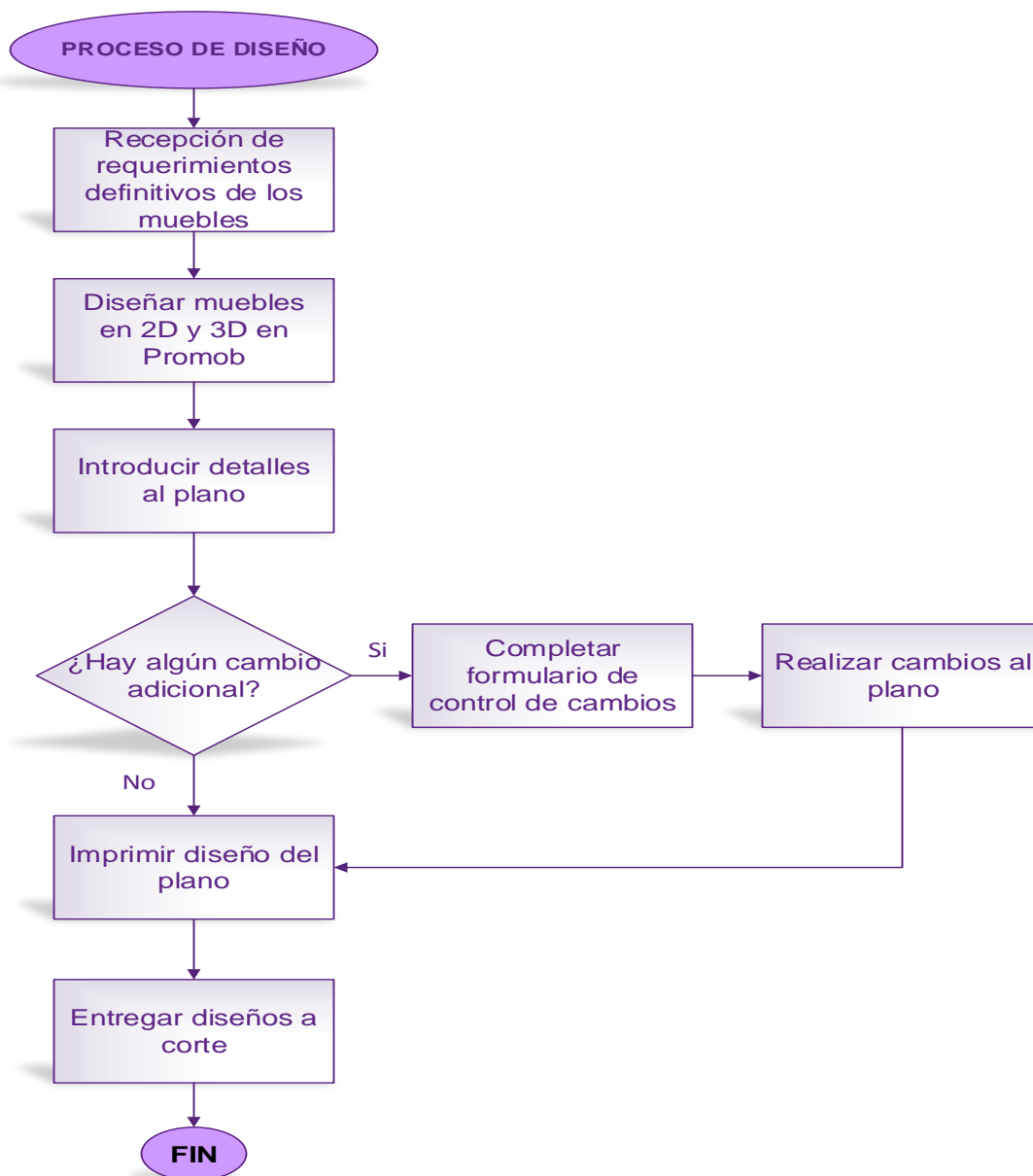
**Tabla 29: Procedimientos propuestos para el proceso de diseño**

<b>PASO N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>1</b>	Recibir (de comercial-ventas) las instrucciones con los requerimientos <i>definitivos</i> del cliente para elaborar los planos.	Encargado de diseño
<b>2</b>	Diseñar en el programa Promob el layout de los muebles en 2D y 3D.	Encargado de diseño
<b>3</b>	Incluir la cantidad de piezas del mueble, el nombre del proyecto, la ubicación, color de melamina y tipo de tapeta a utilizar.	Encargado de diseño
<b>4</b>	Validar si existen cambios adicionales, de ser así deberá completarse el Apéndice I y realizar las variaciones respectivas.	Encargado de diseño
<b>5</b>	Imprimir los diseños para entregarlos a corte. Después de impresos no deben rayarse con lápiz o bolígrafo.	Encargado de diseño

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

En la Figura 49 se incluyen lo anteriormente expuesto de manera visual a través de un diagrama de flujo:

**Figura 49: Diagrama de flujo para el proceso de diseño**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

A continuación en la Tabla 30, se detallan los procedimientos para el proceso de corte y etiquetado:

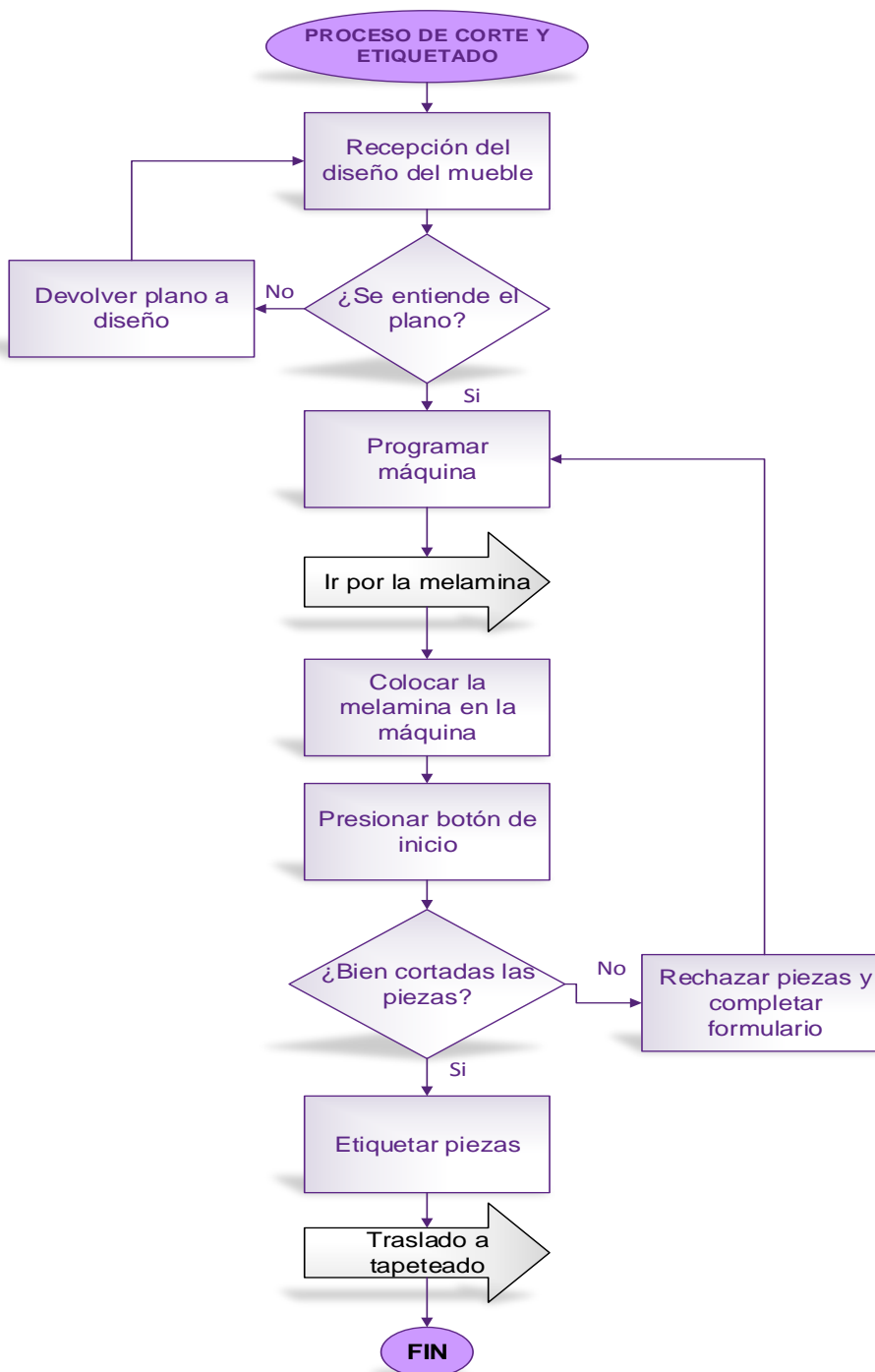
**Tabla 30: Procedimientos propuestos para el proceso de corte y etiquetado**

PASO N°	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Recibir el plano con el diseño del mueble.	Operario de corte y etiquetado.
2	Asegurarse de entender correctamente el plano. Si no se entiende deberá devolverse a diseñar.	Operario de corte y etiquetado.
3	Programar la máquina para el corte de las piezas del mueble.	Operario de corte y etiquetado.
4	Ir por la melamina necesaria para la elaboración del mueble	Operario de corte y etiquetado.
5	Colocar la lámina de melamina en la máquina según los parámetros que ésta ha brindado.	Operario de corte y etiquetado.
6	Presionar el botón de inicio para que la máquina comience con el corte de piezas.	Operario de corte y etiquetado.
7	Una vez las piezas están cortadas, deberá verificarse si su corte está correcto (con una cinta métrica).	Operario de corte y etiquetado.
8	Si el corte no está correcto las piezas se rechazan y deberán llenarse el formulario respectivo (Apéndice H) y volver a realizar la pieza.	Operario de corte y etiquetado.
9	Si las piezas están bien cortadas deben etiquetarse. Es decir, colocársele a cada una sus dimensiones, tipo de mueble al que pertenece (ubicación) y el nombre del proyecto.	Operario de corte y etiquetado.
10	Trasladar las piezas cortadas y etiquetadas al área de tapeteado.	Operario de corte y etiquetado.

**Nota:** Lilliana Cubero Arias

En la Figura 50 se resume la tabla anterior por medio de un diagrama de flujo:

**Figura 50: Diagrama de flujo para el proceso de corte y etiquetado**

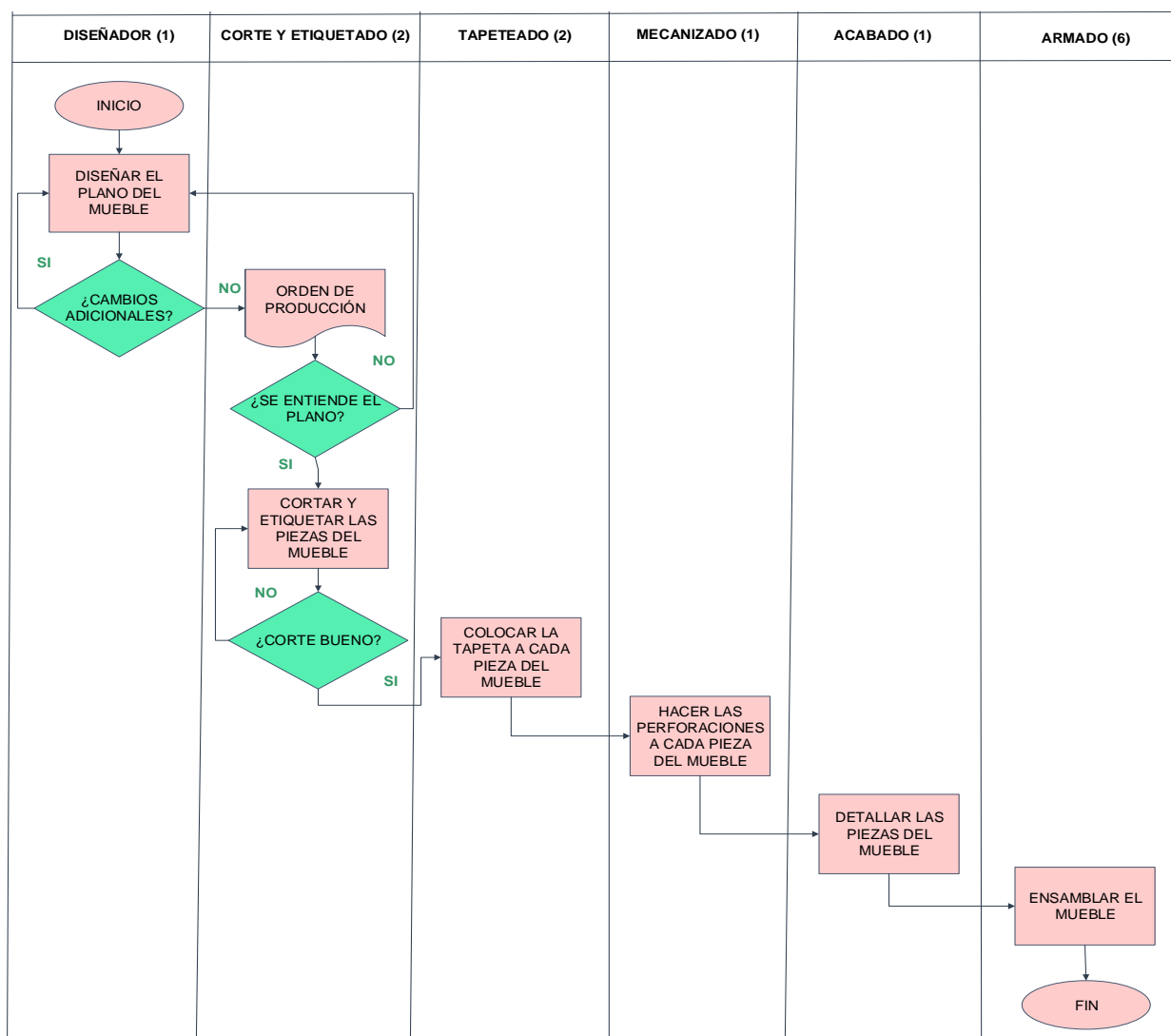


**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### Diagrama de flujo general propuesto

Con los procedimientos establecidos anteriormente, el diagrama de flujo general para la fabricación de muebles ha sufrido tres cambios (decisiones añadidas en color verde en la Figura 51). El primero en diseño, el segundo se da una vez que la orden de producción (diseño) llega al operario de corte, de modo tal, que si algo no está claro y será causante de duda a lo largo de las actividades, el encargado dará el aviso y el plano debe crearse nuevamente. El tercero va después de cortadas las piezas, donde debe cerciorarse que cada una tiene las dimensiones estipuladas.

**Figura 51: Diagrama de flujo propuesto**



Nota: Lilliana Cubero Arias

### Puntos críticos de control

Es indispensable dejar en claro cuáles son los puntos críticos de control de ambos procesos, esto para asegurar el buen funcionamiento de los mismos y poder apreciar mejoras que permitan reducir los malos cortes de las piezas y que los operarios no entiendan correctamente los planos. En la Tabla 31 se ha identificado con claridad los elementos que deben controlarse, su forma de control y la evidencia de control, siendo principalmente mediante el uso de registros y la toma de muestras.

**Tabla 31: Puntos críticos del proceso de diseño y corte-etiquetado**

Proceso	Puntos críticos de control	Controlar	Forma de control	Evidencia de control
Diseño	Planos	Cambios repentinos	Contrato con el cliente	Registro de control de cambios (Apéndice I)
Corte y etiquetado	Máquina	Que el operario programe bien la máquina	Inspección visual (jefe producción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacitaciones</li> <li>•Toma de muestras por conveniencia semanales (jefe producción)</li> </ul>
		Que el corte de las piezas sea el adecuado	Revisión con cinta métrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Boleta de inspección de piezas mal cortadas</li> <li>•Toma de muestras semanales utilizando formulario de inspección del Apéndice H (jefe producción)</li> </ul>
		Buena calibración de la máquina	Mantenimiento preventivo	Registro de limpieza

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### Beneficios esperados con la propuesta

Si la empresa Muebles Ortiz, S.A. cumple con los criterios establecidos en la propuesta comenzará a percibir una serie de beneficios como un mayor ordenamiento de su planta productiva. Y esto a su vez, ocasionará una mejor utilización de los materiales, la maquinaria en general y hasta del mismo personal. Por ende, se eliminarán los reprocesos, el pago de horas extra y se disminuirán las distancias recorridas, aumentando la productividad. En la Tabla 32 se muestra una proyección de lo que se espera que aumente la productividad con los cambios señalados.

**Tabla 32: Proyección de aumento estimado de la productividad**

Rubros de aumento estimado de productividad			
#	Fórmula	Despeje	Resultado
1	$\frac{\text{Hrs de reproceso actuales}}{\bar{x} \text{ hrs MO usada may-jul}}$	$\frac{123}{2336}$	5.27%
2	$\frac{\text{Mtrs recorridos disminuidos/mueble}}{\text{Mtrs recorridos actuales/mueble}}$	$\frac{18.5}{88.5}$	20.90%
<b>AUMENTO TOTAL</b>			<b>26.17%</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

Se espera que la productividad en la empresa aumente por medio de dos rubros diferentes. El primero de ellos se debe a que con las propuestas diseñadas no deberán existir reprocesos, por lo tanto son 123 horas reducidas que son divididas entre el total de horas trabajadas. De lo cual, se ha tomado como referencia un promedio de mayo a julio de la productividad parcial de la mano de obra que fue obtenida en el capítulo del análisis de la situación actual. El resultado obtenido con esta operación es un aumento de 5,27%.

Por otra parte, la productividad además se verá incrementada a través de la reducción de distancias propuesta. Hoy día, los operarios recorren hasta 88,5 metros para concretar un mueble, mientras que con la mejora en la distribución de la planta será de 70 metros por mueble. Es decir, habrá una disminución de 18,5 metros. Al efectuar la división respectiva, se obtiene un total de 20,90%. Por lo tanto, se puede decir que con estas estimaciones, la productividad estaría aumentando en un 26,17%.

## Evaluación económica

### Análisis costo-beneficio

#### Costos.

En esta sección se detallará cada uno de los costos en los que debe incurrir Muebles Ortiz, S.A. para la puesta en marcha de las propuestas. En primera instancia, se muestra en la Tabla 33 los costos concernientes a la realización de la investigación como el salario de la investigadora, tomando como base el salario mínimo por hora del MTSS que fue presentado en el presupuesto del capítulo tres. En total, se incurrió en 394 horas para ejecutar el proyecto (su desglose se presenta en la Tabla 34) De igual manera, se muestra el costo de las quince horas de tutoría, el de la revisión del documento por parte del filólogo y los costos operativos. Para sumar un total de ¢3 825 164 que formarían parte de la inversión para la empresa en el año 2018.

**Tabla 33: Costos de ejecutar el proyecto de investigación**

<b>Costos asociados al proyecto de investigación</b>	
<b>Rubro</b>	<b>Año</b>
	<b>2018</b>
<b>Personal</b>	
Investigadora (Lilliana Cubero)	¢1,291,571
Cargas patronales investigadora (26.33%)	¢1,631,642
Tutor (servicios profesionales)	¢679,200
Filólogo (servicios profesionales)	¢138,750
<b>Costos operativos</b>	
Materiales (maqueta)	¢41,000
Viáticos	¢43,000
<b>TOTAL</b>	<b>¢3,825,164</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

**Tabla 34: Desglose de horas invertidas en la investigación**

Etapa	Horas utilizadas
Capítulo I: Introducción	5
Capítulo II: Marco teórico	55
Capítulo III: Marco metodológico	33
Capítulo IV: Análisis de la situación	136
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	5
Capítulo VI: Propuesta	74
Detalles finales	15
Maqueta	46
Visitas a la planta	25
<b>Total horas utilizadas</b>	<b>394</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

Seguidamente, se presentan los costos referentes a la contratación del ingeniero industrial y de los dos operarios que formarían parte de la línea de producción de cocinas. En la Tabla 35 se especifican los montos respectivos, incluyendo el 26,33% que pertenece a las cargas patronales y el aumento salarial para el sector privado de 1, 14% por año.

**Tabla 35: Tabla con costos de contratación**

Contrataciones						
Rubro	Salario por mes	Año				
		2018	2019	2020	2021	2022
Ingeniero industrial	€629,395	€7,559,915	€7,646,098.14	€7,733,264	€7,821,422.86	€7,910,587
Operario corte	€217,548	€2,613,058.45	€2,642,847	€2,672,975.78	€2,703,448	€2,734,267
Operario tapeteado	€217,548	€2,613,058	€2,642,847	€2,672,976	€2,703,448	€2,734,267
<b>Total bruto</b>	<b>€1,064,491</b>	<b>€12,786,032</b>	<b>€12,931,793</b>	<b>€13,079,215</b>	<b>€13,228,318</b>	<b>€13,379,121</b>
Cargas patronales (26.33%)	26.33%	€3,366,562	€3,404,941	€3,443,757	€3,483,016	€3,522,723
<b>TOTAL</b>		<b>€16,152,594</b>	<b>€16,336,734</b>	<b>€16,522,973</b>	<b>€16,711,334</b>	<b>€16,901,844</b>

Nota: Lilliana Cubero Arias

Por otra parte, se encuentran los costos para las capacitaciones que conlleva el programa SOL y entrenar al personal de producción acerca de los correctos procedimientos para los procesos de diseño y corte-etiquetado (Tabla 36). El rubro de “campañas”, incluye la utilización por ejemplo de pizarras informativas, material para marcaje de pisos, zonas de trabajo y rutas de evacuación, así como objetos demostrativos y juegos de aprendizaje para interactuar con el personal durante los entrenamientos.

Las reuniones con el personal abarcan dichos entrenamientos, un proyector para utilizar durante las presentaciones y pequeños refrigerios para los colaboradores. Este rubro disminuye bastante para el segundo año contemplado debido a que para el 2019 ya se habrá adquirido el proyector. Asimismo, se ha estimado una cantidad de dinero destinada a factores motivacionales como el reconocimiento de esfuerzos. El cual, consistirá en una cena con los trabajadores de la empresa dos veces por año. Los montos del 2019 abarcan un tres por ciento de inflación.

**Tabla 36: Tabla de costos de capacitaciones y reconocimientos**

<b>Capacitaciones SOL y mejoras en procesos de diseño y corte-etiquetado</b>		
<b>Rubro</b>	<b>Año</b>	
	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Campañas	¢300,000	¢309,000
Reuniones con el personal	¢520,000	¢257,500
Reconocimiento de esfuerzos	¢400,000	¢412,000
<b>Total</b>	<b>¢1,222,018</b>	<b>¢980,519</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

En la Tabla 37 se ha incluido otros costos como lo es la adquisición de un rack, el equipo de protección personal, la carretilla manual y otros equipos como el colector de polvo y el aire acondicionado. El equipo de protección personal abarca guantes de nitrilo, guantes anti-corte, harness, lentes de seguridad, tapa bocas, orejeras, una careta y zapatos de seguridad para el personal de producción. Este monto se reduce en el 2019 y años restantes ya que después solo se deberán seguir comprando guantes, lentes de seguridad y tapa bocas.

Por otra parte, se ha proyectado el monto anual (C\$1.000.000 de alquiler mensual) si la empresa desea ampliar su planta, bajo los parámetros propuestos. Dado que en los alrededores de la empresa se encuentran instalaciones desalojadas y la empresa actualmente alquila su local, así pues, se ha proyectado de igual manera el alquiler de dicha infraestructura. Los montos anuales a partir del 2019 contemplan una inflación del tres por ciento.

**Tabla 37: Tabla con otros costos**

Otros costos					
Rubro	Año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Rack	C\$185,000	-	-	-	-
Carretilla manual	C\$23,791	-	-	-	-
Computadora	C\$285,975	-	-	-	-
Silla	C\$16,990	-	-	-	-
Colector de polvo	C\$333,360	-	-	-	-
Equipo de protección personal	C\$424,972	C\$84,018	C\$86,539	C\$89,135	C\$91,809
Aire acondicionado	C\$160,000	-	-	-	-
Ampliación de planta (alquiler)*	C\$12,000,000	C\$12,360,000	C\$12,730,800	C\$13,112,724	C\$13,506,106
<b>Total con ampliación de planta</b>	<b>C\$13,430,088</b>	<b>C\$12,444,018</b>	<b>C\$12,817,339</b>	<b>C\$13,201,859</b>	<b>C\$13,597,914</b>
<b>Total sin ampliación de planta</b>	<b>C\$1,430,088</b>	<b>C\$84,018</b>	<b>C\$86,539</b>	<b>C\$89,135</b>	<b>C\$91,809</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

En la Tabla 38 se muestra una reseña de todos los costos que han sido mencionados con anterioridad.

**Tabla 38: Tabla resumen de costos**

Tabla resumen de costos					
Rubro	Año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Costos del proyecto de investigación	C\$3,825,164	-	-	-	-
Contrataciones	C\$16,152,594	C\$16,336,734	C\$16,522,973	C\$16,711,334	C\$16,901,844
Capacitaciones	C\$1,222,018	C\$980,519	-	-	-
Otros costos con ampliación de planta	C\$13,430,088	C\$12,444,018	C\$12,817,339	C\$13,201,859	C\$13,597,914
Otros costos sin ampliación de planta	C\$1,430,088	C\$84,018	C\$86,539	C\$89,135	C\$91,809
<b>Total costos con ampliación de planta</b>	<b>C\$34,629,864</b>	<b>C\$29,761,271</b>	<b>C\$29,340,311</b>	<b>C\$29,913,193</b>	<b>C\$30,499,758</b>
<b>Total costos sin ampliación de planta</b>	<b>C\$22,629,864</b>	<b>C\$17,401,271</b>	<b>C\$16,609,511</b>	<b>C\$16,800,469</b>	<b>C\$16,993,652</b>

**Nota: Lilliana Cubero Arias**

### Beneficios.

Los beneficios que tendrá la organización comprenden la eliminación de las horas extra, de lo cual, se obtuvo un promedio mensual de los meses presentados (de enero a junio) de ¢950.393. Además, al no existir reprocesos se incurrirá en un ahorro mensual de ¢1 034 000 por consumo innecesario de melamina y ¢486 640 por tapeta.

En la Tabla 39 y en la Tabla 40 se observan los beneficios obtenidos proyectados a cinco años al ampliar o no ampliar la planta respectivamente (propuesta uno y dos), a los que de igual forma se les ha añadido la inflación. Se aprecia que los montos de la propuesta uno son positivos a partir del tercer año, mientras que la propuesta dos a partir del segundo año en amplias cantidades. Cabe destacar que en el proyecto existen beneficios intangibles como los obtenidos al tener un mayor control visual de las actividades y un personal más satisfecho y motivado.

**Tabla 39: Costos y beneficios (ampliando planta-alquiler)**

Tabla de costos y beneficios (con ampliación de planta)					
Año	2018	2019	2020	2021	2022
Total costos	¢34,629,864	¢29,761,271	¢29,340,311	¢29,913,193	¢30,499,758
Beneficios		¢29,652,399	¢30,541,971	¢31,458,230	¢32,401,977
Utilidad	-¢34,629,864	-¢108,872	¢1,201,660	¢1,545,037	¢1,902,219

Nota: Lilliana Cubero Arias

**Tabla 40: Costos y beneficios (sin ampliar planta)**

Tabla de costos y beneficios (sin ampliación de planta)					
Año	2018	2019	2020	2021	2022
Total costos	¢22,629,864	¢17,401,271	¢16,609,511	¢16,800,469	¢16,993,652
Beneficios		¢29,652,399	¢30,541,971	¢31,458,230	¢32,401,977
Utilidad	-¢22,629,864	¢12,251,128	¢13,932,460	¢14,657,761	¢15,408,324

Nota: Lilliana Cubero Arias

### Análisis del VAN y TIR

En la Tabla 41 y en la Tabla 42 se indica el análisis del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, igualmente ampliando o no la planta. Se ha utilizado una tasa de descuento de treinta por ciento dado que es la solicitada por la empresa. Bajo el primer escenario (propuesta uno), el resultado originado fue un VAN inferior a cero y una TIR por debajo de la tasa de descuento fijada. Por lo tanto, bajo estos índices se puede afirmar en primera instancia que la propuesta no es rentable.

No obstante, no debe escatimarse, pues quedará bajo criterio de la organización asumir el riesgo o no de ponerla en ejecución. Esto contemplando los planes futuros de expansión a causa del constante crecimiento y la diversificación de productos que se tienen en mente. Además, aunado a eso, no se descarta que la organización pueda generar mayores utilidades y a un plazo superior a los cinco años pueda recuperar su inversión inicial.

**Tabla 41: VAN y TIR con ampliación de planta-propuesta 1**

Análisis del VAN y TIR con ampliación de planta (propuesta #1)					
Año	Costos	Beneficios	Flujos	Resultados de VAN Y TIR (ampliando planta)	
2018	₡34,629,864	₡0	-₡34,629,864	Tasa de descuento:	30%
2019	₡29,761,271	₡29,652,399	-₡108,872	<b>VAN</b>	-₡25,102,540
2020	₡29,340,311	₡30,541,971	₡1,201,660	<b>TIR</b>	-45%
2021	₡29,913,193	₡31,458,230	₡1,545,037		
2022	₡30,499,758	₡32,401,977	₡1,902,219		
<b>Total</b>	<b>₡154,144,397</b>	<b>₡124,054,577</b>	<b>-₡30,089,820</b>		

Nota: Lilliana Cubero Arias

Por otra parte, al hacer el análisis sin ensanchar la planta, solo con las mejoras (propuesta dos), se obtuvo un VAN mayor a cero y una TIR superior a la tasa de descuento, por lo que cabe decir que la propuesta es viable económicamente.

**Tabla 42: VAN y TIR sin ampliación de planta-propuesta 2**

Análisis del VAN y TIR sin ampliación de planta (propuesta #2)					
Año	Costos	Beneficios	Flujos	Resultados de VAN Y TIR (sin ampliar planta)	
2018	₡22,629,864	₡0	-₡22,629,864	Tasa de descuento:	30%
2019	₡17,401,271	₡29,652,399	₡12,251,128	<b>VAN</b>	₡5,465,184
2020	₡16,609,511	₡30,541,971	₡13,932,460	<b>TIR</b>	47%
2021	₡16,800,469	₡31,458,230	₡14,657,761		
2022	₡16,993,652	₡32,401,977	₡15,408,324		
<b>Total</b>	<b>₡90,434,767</b>	<b>₡124,054,577</b>	<b>₡33,619,809</b>		

Nota: Lilliana Cubero Arias

### Plan de implementación

Para establecer las mejoras propuestas es preciso definir una serie de actividades que deberán ejecutarse en un orden cronológico y en un periodo establecido para su buen funcionamiento y orden en cada una de las etapas. Esto se detalla gráficamente en la Figura 52 por medio de un diagrama de Gantt.

**Figura 52: Diagrama de Gantt para la implementación de la propuesta**

DIAGRAMA DE GANTT MUEBLES ORTIZ S.A.					2018					
#	Actividades	Inicia	Termina	Duración (días)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	<b>Presentar proyecto a directivos</b>				■	■	■			
1	Defensa del proyecto	5/1/2018	5/1/2018	1	■					
2	Análisis del proyecto y aprobación	8/1/2018	12/1/2018	5		■				
3	Asignación del presupuesto	15/1/2018	2/2/2018	15		■	■			
	<b>Mejoras en la planta</b>									
4	Ordenamiento de operaciones	5/2/2018	2/3/2018	20			■	■	■	
5	Compra de equipo	5/2/2018	16/3/2018	30			■	■	■	
6	Compra de materiales Programa SOL	19/3/2018	23/3/2018	5				■		
	<b>Contrataciones</b>									
7	Operarios (2)	19/3/2018	13/4/2018	15				■	■	
8	Ingeniero Industrial	19/3/2018	13/4/2018	15				■	■	
	<b>Programa SOL</b>									
9	Entrenamientos	30/4/2018	18/5/2018	15					■	■
10	Plan piloto	21/5/2018	25/5/2018	5						■
11	Análisis de resultados	28/5/2018	29/5/2018	2						■
12	Oficializar implementación del Programa	30/5/2018	8/6/2018	8						■
	<b>Mejoras en corte-etiquetado y diseño</b>									
13	Entrenamiento de nuevos procedimientos	28/5/2018	1/6/2018	5						■
14	Análisis de resultados	4/6/2018	8/6/2018	5						■
15	Oficializar cambios	11/6/2018	13/6/2018	3						■

**\*\*Si se amplía la planta su duración será de 60 días más una vez asignado el presupuesto**

Nota: Lilliana Cubero Arias

Según se observa, se ha proyectado poner en marcha las propuestas de mejora en enero del 2018. La duración total al hacer la implementación abarca aproximadamente cinco meses y medio, siendo la compra del equipo y el ordenamiento de los procesos, las actividades que mayor lapso de tiempo ocuparían. Aunado a esto, debe destacarse que si los dueños de la organización deciden ampliar sus instalaciones, tendrá que sumarse sesenta días laborales más al planeamiento una vez que el presupuesto ha sido asignado. Y de ahí cumplir con las demás actividades enumeradas. Por lo tanto, la duración del proyecto pasaría a concretarse en ocho meses, es decir, a finales de agosto.

### Factores críticos de éxito del proyecto

Por medio de la Figura 53 se observan cinco factores clave que se han definido para precisar el éxito en el desarrollo de la propuesta de mejora para la distribución de planta en Muebles Ortiz, S.A.

**Figura 53: Factores críticos de éxito**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

Cada uno de estos factores se describe de manera separada en las siguientes líneas:

### **Liderazgo**

Para que la propuesta de mejora se lleve a cabo según lo establecido, se necesita de un equipo con capacidad de liderazgo, es decir, de influenciar de una forma correcta y positiva en los demás colaboradores. Este factor es muy importante para lograr el cambio de mentalidad en el personal que se requiere, para poder pasar por ejemplo de un lugar de trabajo desordenado a uno ordenado, seguro y con mayores controles visuales. Está claro que en un principio todas estas modificaciones pasarán por una “resistencia al cambio” por parte de los trabajadores, en especial aquellos con mayor tiempo de laborar para la compañía, pero es en ese instante donde entra el papel de los líderes, pues serán los encargados de hacer de esa transición un proceso más llevadero.

### **Comunicación**

La comunicación será la base fundamental del proyecto de principio a fin. Deberá existir no solo entre los altos mandos, sino que además será preciso involucrar a todo el personal. Es indispensable conocer en qué estado se encuentra hoy día la empresa, hacia dónde espera llegar, cuál será la estrategia y el rol de cada miembro para su cumplimiento. Cada una de esas facetas tiene que ser conocida por el personal. Todos los logros deberán compartirse y asimismo, es necesario informar a los colaboradores si ciertas actividades no salen como se tenían previstas, de manera que se genere una retroalimentación y se aprenda de los errores cometidos para no volverlos a repetir.

### **Compromiso**

Se necesita un apoyo completo para implementar las mejoras, comenzando por los dueños de la organización y finalizando por cada uno de los colaboradores. El compromiso de los altos mandos implica enseñar con el ejemplo a los demás y asignar los recursos requeridos. Mientras que de parte del personal restante involucra el apropiado acatamiento de los cambios y procedimientos que se establezcan. Las mejoras propuestas no tendrán resultados positivos sin el cumplimiento de este factor.

### **Capacitaciones**

De igual manera, el personal debe estar debidamente capacitado. No solamente en la forma en la que deben ejecutar sus labores, sino que además tendrán que conocer las disposiciones con las que el programa de seguridad, orden y limpieza cuenta, su metodología, etapas, beneficios, el uso de auditorías y todo lo que se fue detallado a través de su respectivo manual. Además, debe instruirse a los operarios de diseño y corte-etiquetado en los procedimientos citados para eliminar los reprocesos por mal corte de piezas y no entender los planos.

### **Uso de indicadores**

El uso de indicadores es un factor sustancial para el éxito del proyecto ya que es una forma de medir el progreso que se esté llevando a cabo. Además, a lo largo de un periodo de tiempo de utilizar métricas se podrán establecer comparaciones e ir fijando nuevas metas. Usar indicadores no solamente indica la aplicación de una fórmula mes a mes, cabe recalcar que no serán de utilidad si no se acompañan de análisis decisivos que incidan a la realización de mejoras.

## CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACIÓN

Al llegar al final de la presente investigación, se puede concluir que:

- Para mejorar la distribución de planta, la empresa cuenta con dos opciones diferentes. La primera de ellas es la ampliación de la planta por medio de un alquiler de instalaciones, donde pase a ocupar un espacio total de 1 122,41m<sup>2</sup>. La segunda opción es la realización de varios cambios en el acomodo de sus procesos utilizando los espacios ya disponibles. Ambas elecciones tendrán que seguir un patrón en el ordenamiento de las actividades de modo tal, que se cumplan los principios básicos para una distribución de planta. Además, es necesario tomar en cuenta que la distribución es de tipo mixta, destinando una sección específica y maquinaria para una línea de producción de cocinas.
- Con la utilización del Programa SOL, se eliminará el 40.4% de los reprocesos ocasionados dentro de la planta producido por piezas extraviadas. Y por medio del establecimiento de la propuesta basada en procedimientos y puntos críticos de control, en los procesos de diseño y corte-etiquetado se removerá el 37,7% de re-trabajos ocasionados por el mal corte de las piezas y una inadecuada trazabilidad de los planos de los muebles. Al eliminarse los reprocesos, se generará en promedio, un ahorro mensual en el pago de horas extra de ¢950 393,33.
- Como parte de las ventajas obtenidas al realizar los cambios anteriores, se estima un aumento de la productividad en un 26,17% tomando en consideración un ahorro de horas extra de un 5,27% y una disminución de distancias recorridas de un 20,9%. Cumpliendo de esta manera el objetivo de incrementar la productividad en al menos un 20%.

- Finalmente, por medio de la evaluación económica, se determinó que la propuesta número uno de ensanchar la planta no es rentable para la organización. Pero sin embargo, debe considerarse por los planes futuros de expansión y diversificación de productos que permitirían generar más ganancias y recuperar la inversión. Por otra parte, los índices de la segunda propuesta realizada indicaron su factibilidad económica. Con beneficios de más de ₡10 000 000 a partir del segundo año. La elección final de una propuesta, deberá ser seleccionada por los dueños de la empresa.


## REFERENCIAS

- Bonet, C. (2005). Ley de Pareto aplicada a la fiabilidad. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 8 (3), págs. 1-9. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225118188010>
- Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. (2017). Código de trabajo. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: [http://www.mtss.go.cr/elministerio/marcolegal/documentos/Codigo\\_de\\_Trabajo.pdf](http://www.mtss.go.cr/elministerio/marcolegal/documentos/Codigo_de_Trabajo.pdf)
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad* (Sétima ed.). México D.F.: Cengage Learning.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Uruguay. Obtenido de <https://goo.gl/rg4ZvV>
- Jiménez, Á., Delgado, E., & Gaona, G. (2001). Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. *Revista de Ingeniería*, 6 (2), págs. 81-87. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4797261>
- López, G. (2006). *Cálculo financiero aplicado*. Argentina: Editorial La Ley. Obtenido de <https://goo.gl/2GZnEd>
- Martínez, R. (2009). *Propuesta de mejoramiento de un centro de distribución de retail, a través de la distribución en planta y el rediseño de los procesos operativos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho*. Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Obtenido de <https://goo.gl/CgMgVA>
- Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial*. España: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta* (Segunda ed.). España: Editorial Hispano Europea.
- Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning*. Estados Unidos: Management & Industrial Research Publications.

- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones* (Quinta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Quesada, M. (2015). *Propuesta de programa de producción más limpia para la empresa de pinturas Blue Start*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).
- Ruiz-Falcó, A. (2009). *Herramientas de Calidad. Módulo 7*. España: Universidad Pontificia ICAI ICADE Comillas Madrid.
- Vallhonrat, J., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. España: Marcombo S.A.
- Van, J. (1997). *Administración financiera* (Décima ed.). México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

## APÉNDICES

### Apéndice A: Hoja de registro para el muestreo de piezas reprocesadas

<b>BOLETA DE REGISTRO DE PIEZAS REPROCESADAS</b>		 <b>MUEBLES ORTIZ</b>
Por favor, llene esta boleta (con letra legible) cada vez que una pieza se dañe y deba volver a realizarla como parte de su proceso.		
<b>Fecha:</b>	_____	
<b>1. Operación:</b> Por ejemplo: diseño, corte, armado...	_____	
<b>2. Tipo de pieza dañada:</b> Por ejemplo: puerta, base...	_____	
<b>3. Tipo de mueble (del que forma parte la pieza dañada):</b> Por ejemplo: clóset, alacena...	_____	
<b>4. Longitud aproximada de la pieza dañada</b>	_____	
<b>5. Tipo de defecto de la pieza:</b>	_____	
<b>6. ¿Que provocó este defecto en la pieza?</b>	_____	
<b>7. ¿Cuánto tiempo se tardó en reparar la pieza?</b>	_____	

Nota: Lilliana Cubero Arias



### Apéndice C: Resultados de muestreo de piezas reprocesadas

Análisis de boletas de muestreo de piezas reprocesadas											
	Set.	Proyecto	Ubicación	Operación	Tipo de pieza dañada	Color	L. pieza (m)	A. pieza (m)	Defecto	¿Qué provocó ese defecto?	Tiempo de reparación (min)
1	19	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Bandeja	Crema marfil	0.392	0.29	Corte malo	Mala medida	30
2	19	Cafeteria Amazon	Cafetería	Tapeteo	Bandeja	Crema marfil	0.748	0.38	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	36
3	20	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado 4	Crema marfil	0.47	0.325	Corte malo	Mala medida	20
4	20	Carmen Castro	Cocina	Armado	Estante 2	Blanco	0.403	0.39	Despuntada	La tapeteadora	120
5	19	Fabiola Alvarado	Clóset	Corte	Costado	Blanco	0.4	0.35	Corte malo	Mala medida	10
6	19	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Base gaveta	Crema marfil	0.3	0.19	Corte malo	Mala medida	15
7	16	Lote 21	Dormitorio	Armado	Base aérea	Blanco	0.709	0.35	Golpe	Traslado de piezas	80
8	18	Cafeteria Amazon	Cafetería	Armado	Costado	Crema marfil	0.47	0.2	Equivocación	Equivocación	49
9	19	Fabiola Alvarado	Clóset	Corte	Base gaveta	Blanco	0.63	0.25	Corte malo	Mala medida	25
10	19	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.73	0.25	Mal atornillada	Equivocación	35
11	4	Andrea Alfaro	Cocina	Armado	Gaveta	Blanco	0.326	0.149	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	85
12	1	Andrea Alfaro	Clóset	Armado	Costado	Stainless steel	0.54	0.45	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
13	29	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.2	Corte malo	No se entendió el plano	180
14	29	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.29	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	120
15	29	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.315	0.22	Corte malo	No se entendió el plano	180
16	5	Arauz Condominio	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.6	0.25	Corte malo	Mala medida	50
17	7	Arauz Condominio	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.65	0.25	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
18	8	Arauz Condominio	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.3	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
19	1	Arauz Condominio	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.3	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
20	21	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.23	0.11	Corte malo	Mala medida	60
21	29	Casa 246 Avenir	Baño	Mecanizado	Esquina	Blanco	0.199	0.05	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
22	23	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.23	0.11	Corte malo	Mala medida	45
23	28	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.37	0.3	Mal atornillada	Equivocación	45
24	1	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.6	0.34	Corte malo	No se entendió el plano	8
25	1	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.4	0.3	Mal atornillada	Equivocación	55
26	7	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.723	0.523	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
27	5	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.38	0.213	Corte malo	No se entendió el plano	120
28	25	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado	Crema marfil	0.17	0.1	Corte malo	Mala medida	39
29	7	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.35	0.276	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
30	26	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.65	0.36	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	25
31	29	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.38	0.213	Corte malo	No se entendió el plano	50
32	28	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Gaveta	Blanco	0.51	0.25	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	75
33	28	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.38	0.213	Corte malo	No se entendió el plano	55
34	28	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Gaveta	Blanco	0.3	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
35	28	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.51	0.25	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	40
36	29	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.38	0.213	Corte malo	No se entendió el plano	41

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

Análisis de boletas de muestreo de piezas reprocesadas											
	Set.	Proyecto	Ubicación	Operación	Tipo de pieza dañada	Color	L. pieza (m)	A. pieza (m)	Defecto	¿Qué provocó ese defecto?	Tiempo de reparación (min)
37	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.4	0.35	Despuntada	La tapeteadora	50
38	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.4	0.3	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
39	25	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Bandeja	Crema marfil	0.55	0.15	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	20
40	26	Cafeteria Amazon	Cafetería	Acabado	Gaveta	Crema marfil	0.75	0.35	Despuntada	La tapeteadora	55
41	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.723	0.53	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	55
42	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Bandeja	Blanco	0.51	0.28	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
43	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.37	0.3	Despuntada	La tapeteadora	80
44	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.3	0.17	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
45	26	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado	Crema marfil	0.4	0.32	Corte malo	Mala medida	63
46	23	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado	Crema marfil	0.4	0.32	Corte malo	Mala medida	120
47	25	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Bandeja	Crema marfil	0.6	0.278	Corte malo	Mala medida	10
48	1	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.3	Despuntada	La tapeteadora	120
49	23	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado	Crema marfil	0.2	0.1	Corte malo	Mala medida	65
50	1	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.6	0.34	Corte malo	No se entendió el plano	8
51	25	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.27	0.05	Corte malo	Mala medida	55
52	1	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.4	0.3	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	90
53	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.4	0.3	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
54	13	Casa 246 Avenir	Baño	Corte	NA	Blanco	0.59	0.33	Golpe	Traslado de piezas	55
55	14	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	Costado	Blanco	0.3	0.24	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
56	14	Casa 246 Avenir	Baño	Acabado	Gaveta	Blanco	0.3	0.3	Despuntada	La tapeteadora	45
57	20	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Bandeja	Crema marfil	0.6	0.278	Corte malo	Mala medida	60
58	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.37	0.3	Despuntada	La tapeteadora	35
59	29	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.46	0.33	Equivocación	Equivocación	60
60	1	Casa 246 Avenir	Baño	Armado	NA	Blanco	0.46	0.3	Equivocación	Equivocación	30
61	20	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.27	0.05	Corte malo	Mala medida	5
62	26	Cedro Real	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.4	0.27	Golpe	Traslado de piezas	15
63	26	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Gaveta	Blanco	0.24	0.1	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
64	26	Cedro Real	Cocina	Acabado	Gaveta	Blanco	0.54	0.45	Despuntada	La tapeteadora	80
65	7	Cedro Real	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.61	0.33	Corte malo	No se entendió el plano	50
66	2	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Gaveta	Blanco	0.476	0.28	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
67	11	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.6	0.29	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
68	7	Cedro Real	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.395	0.321	Corte malo	Mala medida	60
69	13	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.35	0.3	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
70	14	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.723	0.41	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
71	5	Cedro Real	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.47	0.33	Golpe	Traslado de piezas	60
72	20	Cedro Real	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.61	0.33	Corte malo	No se entendió el plano	79

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

Análisis de boletas de muestreo de piezas reprocesadas											
	Set.	Proyecto	Ubicación	Operación	Tipo de pieza dañada	Color	L. pieza (m)	A. pieza (m)	Defecto	¿Qué provocó ese defecto?	Tiempo de reparación (min)
73	5	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.3	0.224	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	65
74	5	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Esquina	Blanco	0.6	0.29	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
75	1	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.2	0.12	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	95
76	5	Cedro Real	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.4	0.27	Golpe	Traslado de piezas	15
77	5	Casa A-C4 Plus	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.59	0.25	Corte malo	No se entendió el plano	8
78	5	Cedro Real	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.4	0.35	Despuntada	La tapeteadora	120
79	20	Casa A-C4 Plus	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.476	0.3	Corte malo	No se entendió el plano	50
80	5	Cedro Real	Baño	Mecanizado	NA	Blanco	0.3	0.243	Golpe	Traslado de piezas	15
81	5	Cedro Real	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.42	0.35	Despuntada	La tapeteadora	120
82	1	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.51	0.46	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
83	5	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.243	Golpe	Traslado de piezas	15
84	6	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.71	0.36	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
85	2	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Esquina	Blanco	0.3	0.05	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
86	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.266	Corte malo	No se entendió el plano	20
87	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.42	0.23	Corte malo	Mala medida	55
88	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.42	0.23	Corte malo	Mala medida	50
89	21	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.4	0.27	Golpe	Traslado de piezas	50
90	21	Cedro Real	Baño	Armado	Esquina	Blanco	0.3	0.23	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	90
91	21	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.47	0.33	Golpe	Traslado de piezas	60
92	21	Cedro Real	Baño	Mecanizado	NA	Blanco	0.4	0.27	Golpe	Traslado de piezas	61
93	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.315	0.22	Corte malo	No se entendió el plano	10
94	29	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.29	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	55
95	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.29	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	120
96	21	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.3	Golpe	Traslado de piezas	25
97	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.289	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
98	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.3	0.23	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
99	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.29	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	40
100	29	Condominio Avenir	Cocina	Armado	Esquina	Blanco	0.35	0.15	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
101	5	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.51	0.42	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
102	21	Cedro Real	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.6	0.34	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
103	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.315	0.23	Corte malo	Mala medida	55
104	29	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.289	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	180
105	21	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.51	0.51	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	70
106	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.289	0.25	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
107	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.6	0.34	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
108	5	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.71	0.36	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

Análisis de boletas de muestreo de piezas reprocesadas											
Set.	Proyecto	Ubicación	Operación	Tipo de pieza dañada	Color	L. pieza (m)	A. pieza (m)	Defecto	¿Qué provocó ese defecto?	Tiempo de reparación (min)	
109	6	Cedro Real	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.3	0.1	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
110	6	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.6	0.34	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	40
111	6	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.25	Golpe	Traslado de piezas	15
112	6	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.395	0.148	Corte malo	Mala medida	54
113	11	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
114	11	Cedro Real	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.71	0.36	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
115	11	Cedro Real	Baño	Corte	NA	Blanco	0.61	0.33	Corte malo	No se entendió el plano	50
116	6	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.6	0.235	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
117	6	Cedro Real	Baño	Armado	NA	Blanco	0.3	0.25	Golpe	Traslado de piezas	55
118	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.162	Corte malo	No se entendió el plano	55
119	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.23	Corte malo	No se entendió el plano	50
120	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	20
121	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.3	0.23	Corte malo	Mala medida	60
122	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.3	0.23	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
123	28	Condominio Avenir	Cocina	Mecanizado	NA	Blanco	0.3	0.23	Corte malo	Mala medida	15
124	11	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.3	0.23	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	120
125	28	Condominio Avenir	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.3	0.165	Corte malo	No se entendió el plano	10
126	6	Casa A-C4 Plus	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.198	0.12	Corte malo	No se entendió el plano	25
127	6	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	Bandeja	Blanco	0.476	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	50
128	6	Casa A-C4 Plus	Cocina	Corte	NA	Blanco	0.59	0.25	Corte malo	No se entendió el plano	120
129	12	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.35	0.3	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	75
130	23	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.6	0.235	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
131	26	Cedro Real	Cocina	Armado	Costado	Blanco	0.3	0.224	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
132	6	Casa A-C4 Plus	Cocina	Mecanizado	NA	Blanco	0.2	0.12	Corte malo	Mala medida	64
133	28	Condominio Avenir	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.28	0.18	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
134	22	Cafeteria Amazon	Cafetería	Corte	Costado	Crema marfil	0.23	0.11	Corte malo	Mala medida	15
135	26	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.23	0.11	Corte malo	Mala medida	15
136	8	Lote 21	Clóset	Mecanizado	NA	Blanco	0.75	0.3	Golpe	Traslado de piezas	55
137	11	Lote 21	Clóset	Armado	NA	Blanco	0.35	0.14	Corte malo	Mala medida	45
138	1	Lote 21	Clóset	Armado	Costado	Blanco	0.65	0.48	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	70
139	9	Lote 21	Estac. de trabajo	Armado	Costado	Blanco	0.6	0.47	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60
140	11	Lote 21	Clóset	Armado	Costado	Blanco	0.28	0.212	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
141	8	Gonzalo Siles	Cocina	Armado	Base	Grey molina	0.54	0.46	Equivocación	Equivocación	30
142	22	Cafeteria Amazon	Cafetería	Mecanizado	Gaveta	Crema marfil	0.23	0.11	Corte malo	Mala medida	5
143	6	Casa A-C4 Plus	Cocina	Armado	NA	Blanco	0.584	0.19	Equivocación	Equivocación	25
144	1	Lote 21	Clóset	Armado	NA	Blanco	0.32	0.2	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	30
145	1	Lote 21	Clóset	Armado	NA	Blanco	0.3	0.17	Corte malo	Mala medida	55
146	1	Lote 21	Dormitorio	Armado	NA	Blanco	0.35	0.14	Extravío de pieza	Pieza perdida (acomodo)	60

**Nota: Operarios de Muebles Ortiz, S.A.**

### Apéndice D: Resultados de los planos (muebles) para el mes de setiembre

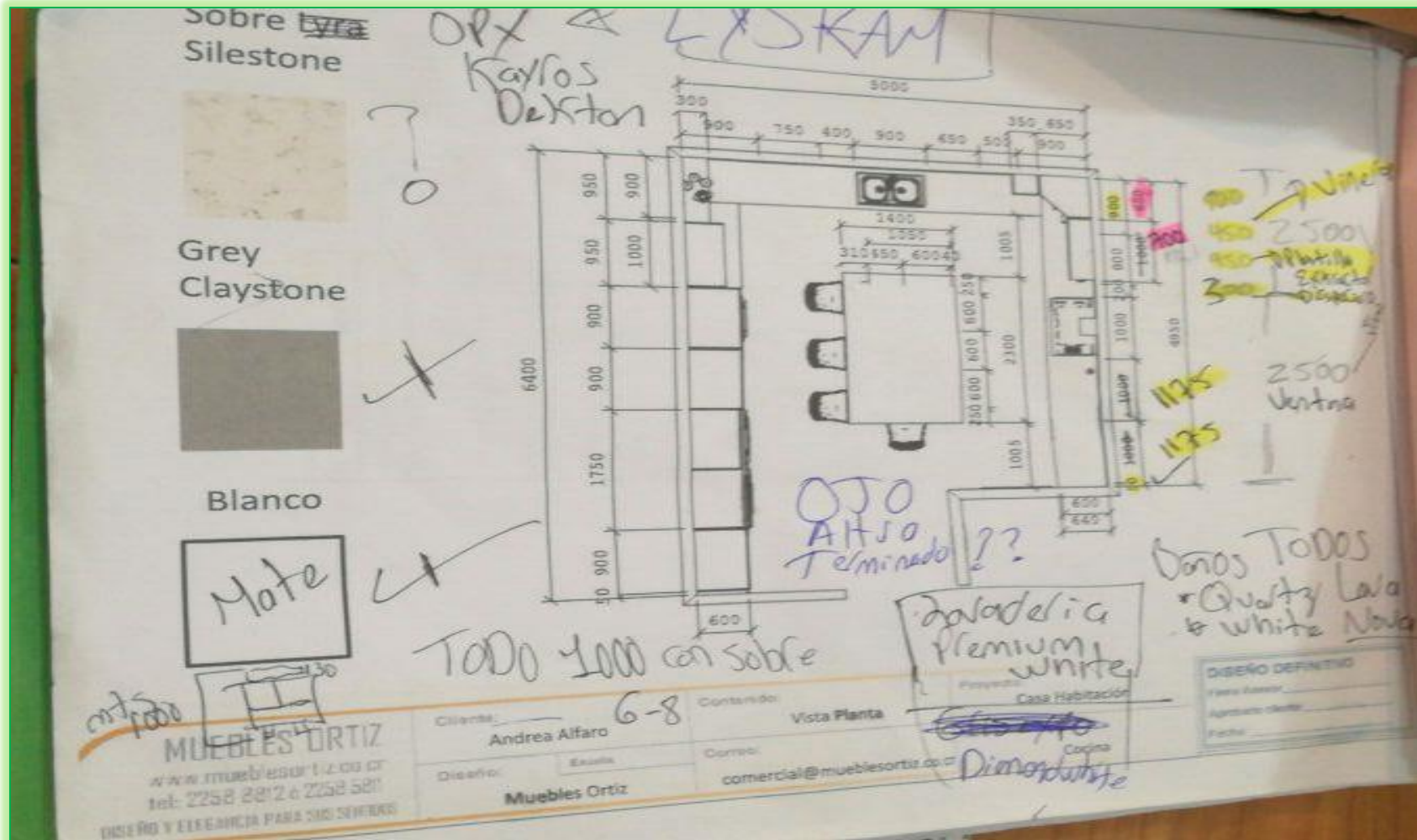
# Plano	Ubicación	Cant. mueble	Color	Nombre del proyecto	# piezas/plano
1	Cocina	1	Blanco	Andrea Alfaro	8
3	Estaciones de trabajo	12	Blanco & Granito	Lote 21	60
6	Dormitorio	1	Blanco	Lote 21	2
8	Clóset	4	Blanco	Lote 21	24
10	Baño	8	Crema marfil	Lote 21	32
14	Cocina	4	Blanco	Casa A-C4 Plus	32
18	Cocina	3	Blanco	Arauz Condominio	24
21	Baño	2	Blanco	Casa 246 Avenir	12
29	Cocina	4	Blanco	Condominio Avenir	32
32	Cocina	1	Grey molina	Gonzalo Siles	12
37	Clóset	1	Blanco	Fabiola Alvarado	5
53	Cocina	10	Blanco	Condominio Avenir	70
55	Baño	8	Blanco	Condominio Avenir	24
60	Baño	4	Blanco	Condominio Avenir	24
62	Baño	2	Blanco	Cedro Real	6
63	Baño	4	Crema marfil	Cedro Real	8
65	Cocina	4	Crema marfil	Cedro Real	24
93	Clóset	3	Stainless steel	Andrea Alfaro	15
94	Cocina	9	Blanco	Condominio Avenir	54
97	Cocina	1	Blanco	Carmen Castro	15
98	Cafetería	15	Crema marfil	Cafetería Amazon	75
<b>TOTALES</b>		<b>101</b>			<b>558</b>

**Notas:**

9.260 m<sup>2</sup> de melamina fueron utilizados para hacer las piezas de los muebles (sin reprocesos)  
 6.017 metros lineales de tapeta fueron utilizados en el mes para el proceso de tapeteo (1264 perdido en reprocesos)

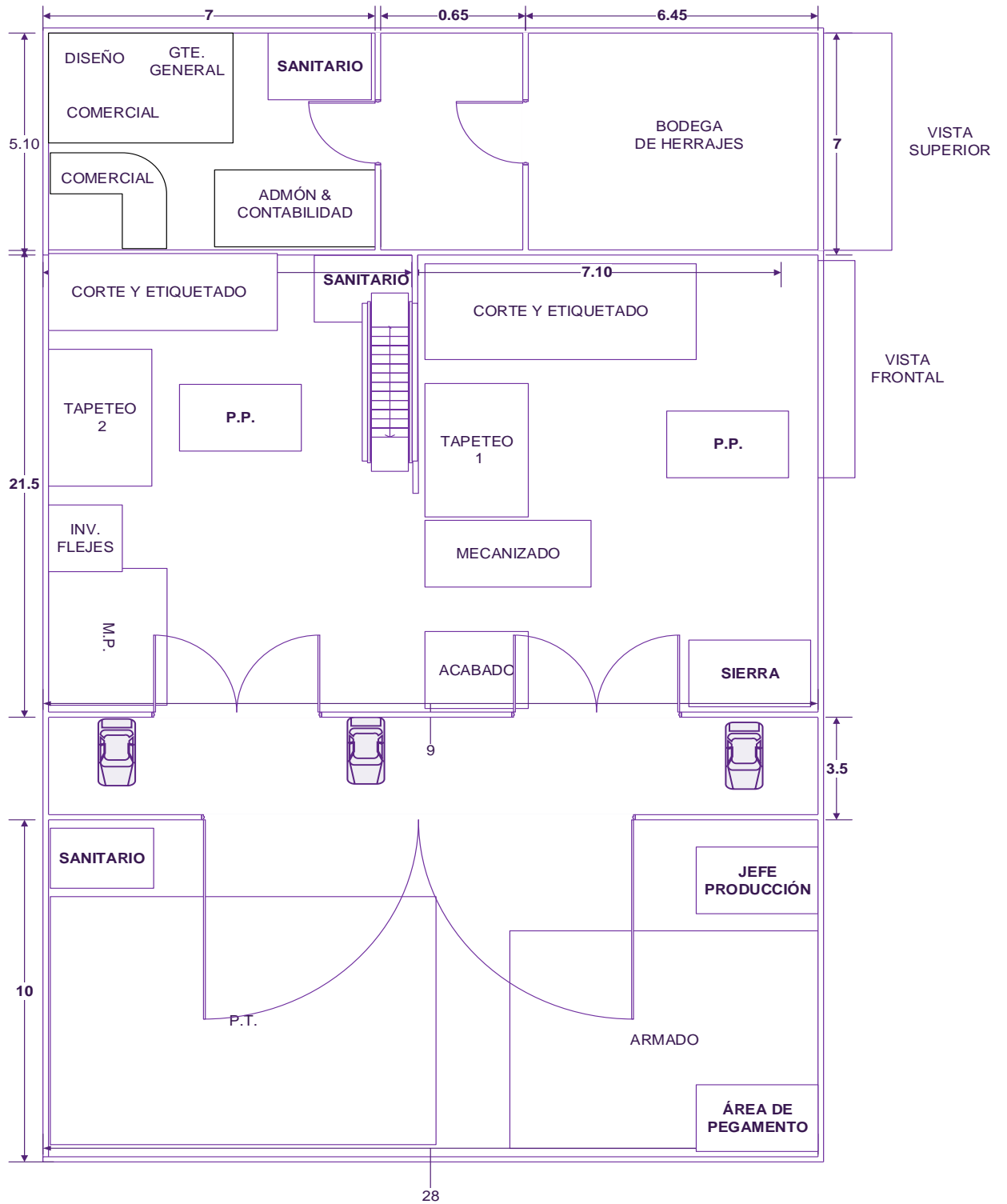
**Nota: Muebles Ortiz, S.A.**

Apéndice E: Ejemplo de plano para un mueble



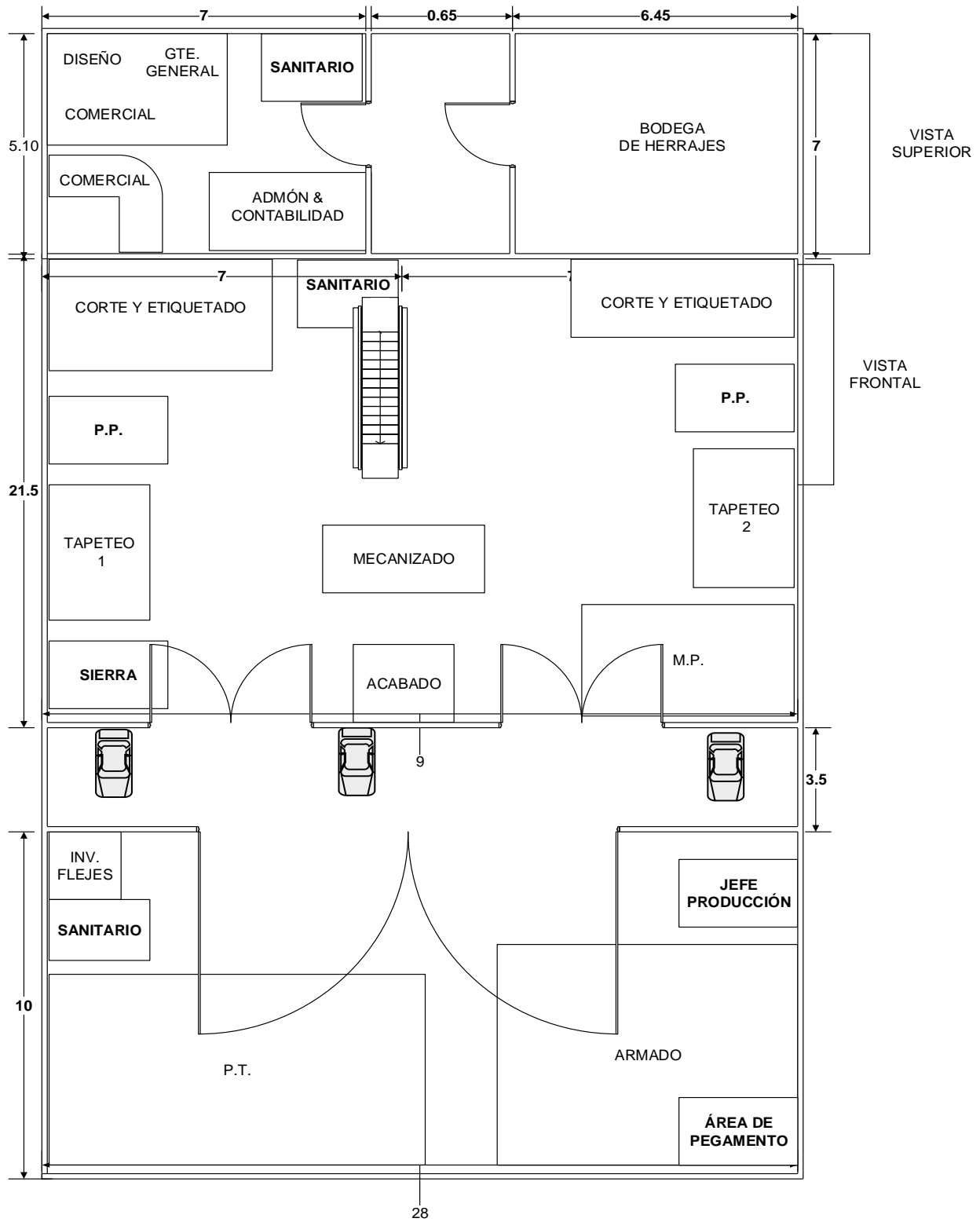
Nota: Muebles Ortiz, S.A.

**Apéndice F: Planteamiento A de mejora de planta**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**

**Apéndice G: Planteamiento B de mejora de planta**



**Nota: Lilliana Cubero Arias**



