

**ESTANDARIZACIÓN Y REDISEÑO DE PRODUCTOS PARA  
LA EMPRESA CDI EXHIBICIONES S.A.**

**JULIANA BERNAL VELÁSQUEZ  
ANDRÉS FELIPE MAYA HURTADO  
JULIANA MOLINA SIERRA**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTOS DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN E  
INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO**

**MEDELLÍN**

**2010**

**ESTANDARIZACIÓN Y REDISEÑO DE PRODUCTOS PARA  
LA EMPRESA CDI EXHIBICIONES S.A.**

**JULIANA BERNAL VELÁSQUEZ  
ANDRÉS FELIPE MAYA HURTADO  
JULIANA MOLINA SIERRA**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero de Producción e  
Ingeniero de Diseño de Producto**

**Asesor  
CIRO ROJAS FORERO  
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN E  
INGENIERÍA DE DISEÑO  
MEDELLÍN  
2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 30 de abril de 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

Para nuestras familias y todas las personas que nos apoyaron de forma incondicional a lo largo del desarrollo de este proyecto y que contribuyeron a que este logro fuera posible.

Agradecemos también, a la empresa CDI Exhibiciones S.A por su gran apoyo y asesoría en el desarrollo de este proyecto. Ampliamos este agradecimiento al personal operativo por su gran colaboración en la elaboración de los prototipos y al departamento de costos por toda la información brindada.

A los docentes de la Universidad EAFIT por su gran asesoría en la planeación y desarrollo del proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA COMPAÑÍA	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. ALCANCE	20
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
5. PRESENTACION DE LA EMPRESA	27
6. METODOLOGÍA	30
6. 1 ANÁLISIS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN Y LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA	30
6.1.1 Corte (ebanistería)	30
6.1.2 Mecanizado madera (ebanistería)	31
6.1.3 Ensamble madera (ebanistería)	32
6.1.4 Pulido madera (ebanistería)	33
6.1.5 Pintura madera (ebanistería)	33
6.1.6 Corte (cerrajería)	34
6.1.7 Mecanizado	35
6.1.8 Soldadura (cerrajería)Pulido metal (cerrajería)	35
6.1.9 Pulido metal (cerrajería)	36
6.1.10 Pintura metal (cerrajería).	36
6.1.11 Armado de piezas (ensamble y despachos)	37
6.1.12 Logística de despachos (ensamble y despachos)	37
6.1.13 Montaje (ensamble y despachos)	37
6.2 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE TIEMPOS Y COSTOS POR OPERACIÓN EN CADA PROCESO PRODUCTIVO	38
6.3 ESTUDIO DE MANEJO DE INVENTARIOS Y MOVIMIENTO PERIÓDICO DE CADA COMPONENTE	51

	pág.
6.4 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS EN LOS PRODUCTOS, ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS PIEZAS DETERMINANTES PARA EL REDISEÑO	53
6.4.1 Cremallera SR a pared	53
6.4.2 Paral SR a pared	54
6.4.3 Paral SR piso a techo	56
6.4.4 Paral GTD a pared	57
6.4.5 Paral GTD piso a techo	59
6.4.6 Paral Autopol piso a pared	61
6.4.7 Paral Autopol piso a techo	62
6.4.8 Panel SW	64
7. ELABORACIÓN DE UN PDS PARA CADA NUEVO PRODUCTO	66
8. REDISEÑO FUNCIONAL DE LAS PIEZAS BASADO EN LA DISMINUCIÓN DE PROCESOS, TIEMPOS DE PRODUCCIÓN, UTILIZACIÓN MÍNIMA DE MANO DE OBRA Y ESTANDARIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	69
8.1 REDISEÑO CREMALLERA SR	69
8.1.1 Análisis del producto	69
8.1.2 Propuesta de diseño	75
8.1.3 Ventajas del rediseño	77
8.2 REDISEÑO PARALES	77
8.2.1 Análisis de producto	77
8.2.1.1 Paral SR	77
8.2.1.2 Paral GTD	78
8.2.1.3 Paral Autopol	78
8.2.1.4 Paral JC	78
8.2.2 Propuesta de diseño	88
8.2.3 Ventajas del rediseño	90
8.3 REDISEÑO PANELES SW	91
8.3.1 Análisis del producto	91
8.3.2 Propuesta de diseño	96
8.3.3 Ventajas del rediseño	97

	pág.
9. ANÁLISIS DE FUNCIONES DE LOS OBJETOS REDISEÑADOS	98
9.1 ANÁLISIS SISTEMA CREMALLERA SR	98
9.2 ANÁLISIS SISTEMA PARALES	100
9.2.1 Paral SR	100
9.2.2 Paral GTD	100
9.2.3 Paral Autopol	101
9.2.4 Paral JC	102
9.3 ANÁLISIS SISTEMA SW	106
10. FORMALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS REALIZADOS	109
10.1 SISTEMA SR	109
10.2 SISTEMA PARALES	110
10.3 SISTEMA SW	111
11. ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS COMPONENTES DISEÑADOS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS MECÁNICAS, FUNCIONALES Y DE ACABADOS	113
11.1 SISTEMA DE PARALES (PERFIL M)	113
11.2 SISTEMA DE CREMALLERAS	115
11.3 SISTEMA DE PANEL SW	117
12. EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS PRODUCTOS FINALES	118
13. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE NUEVOS COMPONENTES	119
14. ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS	120
14.1 SISTEMA SR	120
14.2 SISTEMA PARALES	122
14.3 SISTEMA SW	124

	pág.
15. ELABORACIÓN DE CORRECCIONES	125
16. ENTREGA DE LOS PLANOS FINALES	126
17. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS NUEVOS DISEÑOS	127
18. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE CORTO Y LARGO PLAZO A CAUSA DEL REDISEÑO	135
19. BÚSQUEDA DE NUEVAS APLICACIONES DIFERENTES A LAS YA ACTUALIZADAS	138
20. CONCLUSIONES	141
21. RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	144
ANEXOS	145

## LISTA DE CUADROS

	pág.
1. Cuadro 1. Últimos 20 pedidos entregados	22
2. Cuadro 2. Comparativo Empresas	25
3. Cuadro 3. Comparación y Descripción de Algunos Productos	26
4. Cuadro 4. Tabla toma de tiempos	39
5. Cuadro 5. Manejo Inventarios	51
6. Cuadro 6. PDS Sistema SR	66
7. Cuadro 7. PDS Sistema Parales	67
8. Cuadro 8. PDS Sistema SW	68
9. Cuadro 9. Hoja costos Cremallera Actual	72
10. Cuadro 10. Hoja Costo Parales actual	81
11. Cuadro 11. Hoja costo Panel SW actual	93
12. Cuadro 12. Sistema SR rediseñado	127
13. Cuadro 13. Sistema Parales rediseñado	129
14. Cuadro 14. Sistema SW rediseñado	131
15. Cuadro 15. Cuadro Comparativo	133
16. Cuadro 16. Promedio Móvil Simple ventas 2007 – 2012	135
17. Cuadro 17. Costos de operación productos	135
18. Cuadro 18. Rentabilidad producción Parales	136
19. Cuadro 19. Rentabilidad producción Cremalleras	136
20. Cuadro 20. Rentabilidad producción Panel	137

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
1. Figura 1. Planta de Producción	28
2. Figura 2. Subdivisión Planta	29
3. Figura 3. Secuencia de producción	38
4. Figura 4. Plano cremallera SR actual	74
5. Figura 5. Plano Paral Actual	87
6. Figura 6. Plano panel SW Actual	95

## LISTA DE FOTOS

	pág.
1. Foto 1. Algunos Productos	21
2. Foto 2. Corte (ebanistería)	31
3. Foto 3. Mecanizado Madera (ebanistería)	32
4. Foto 4. Ensamble Madera (ebanistería)	32
5. Foto 5. Pulido Madera (ebanistería)	33
6. Foto 6. Pintura Madera (ebanistería)	34
7. Foto 7. Corte (cerrajería)	34
8. Foto 8. Mecanizado Metal (cerrajería)	35
9. Foto 9. Soldadura (cerrajería)	36
10. Foto 10. Pulido Metal (cerrajería)	36
11. Foto 11. Pintura Metal (cerrajería)	37
12. Foto 12. Cremallera SR a Pared	53
13. Foto 13. Paral SR a Pared	55
14. Foto 14. Paral SR piso a techo	56
15. Foto 15. Paral GTD a Pared	58
16. Foto 16. Paral GTD piso a techo	60
17. Foto 17. Paral Autopol piso a pared	61
18. Foto 18. Paral Autopol Piso a Techo	63
19. Foto 19. Panel SW	64
20. Foto 20. Cremallera simple a pared	70
21. Foto 21. Almacén Outlet GEF (Centro Comercial Mayorca)	70
22. Foto 22. Almacén Santiago (Pereira)	70
23. Foto 23. Almacén Vamos Centro Comercial Punto Clave)	71
24. Foto 24. Cremallera escondida	71
25. Foto 25. Almacén Celio (Panamá)	71
26. Foto 26, Almacén Macedonia (Envigado)	71
27. Foto 27. Propuesta Diseño Cremallera	75
28. Foto 28. Cremallera SR Rediseñada	76

	pág.
29. Foto 29. Soporte 2	76
30. Foto 30. Soporte 1	76
31. Foto 31. Comparativo cremalleras rediseñadas	76
32. Foto 32. Paral JC piso pared (Almacén Virtual Collections)	79
33. Foto 33. Paral SR troquelado por detrás (Almacén Tania)	79
34. Foto 34. Paral Autopol piso-techo (Almacén Bus)	79
35. Foto 35. Paral Autopol piso – pared (Almacén Incanto)	80
36. Foto 37. Paral SR troquelado frente, Piso-Pared (Almacén Zabas)	80
37. Foto 37. Nuevo sistema fijación a pared	88
38. Foto 38. Referencias Parales Troquelados	89
39. Foto 39. Paral SR Piso Pared Rediseñado	90
40. Foto 40. Sistema telescópico	90
41. Foto 41. Almacén Locker (El Tesoro)	92
42. Foto 42. Almacén Feelgood (El tesoro)	92
43. Foto 43. Anclaje panel SW	96
44. Foto 44. Panel con perfil en PVC Rígido	96
45. Foto 45. Panel sin perfil	97
46. Foto 46. Detalle de instalación	98
47. Foto 47. Sistema cremallera escondida	98
48. Foto 48. Detalle cremallera simple	99
49. Foto 49. Detalle dilatación	99
50. Foto 50. Detalle paral redondo	102
51. Foto 51. Detalle paral cuadrado	103
52. Foto 52. Perfil de unión	103
53. Foto 53. Detalle anclaje piso – techo	104
54. Foto 54. Detalle 1 anclaje a pared	104
55. Foto 55. Detalle 2 anclaje a pared	105
56. Foto 56. Detalle 3 anclaje a pared	105
57. Foto 57. Detalle 4 anclaje a pared	105
58. Foto 58. Detalle 5 anclaje a pared	106

	pág.
59. Foto 59. Nuevo sistema de anclaje panel SW	106
60. Foto 60. Detalle aplicación sistema SW	107
61. Foto 61. Panel con perfil en aluminio	108
62. Foto 62. Panel con perfil en PVC rígido	108
63. Foto 63. Panel sin perfil	108
64. Foto 64. Formalización sistema SR	109
65. Foto 65. Detalle formalización	109
66. Foto 66. Sistema parales rediseñados	110
67. Foto 67. Detalle 1 parales	111
68. Foto 68. Sistema SW rediseñado	111
69. Foto 69. Detalle 1 panel rediseñado	112
70. Foto 70. Modulo parales sin carga y con carga	113
71. Foto 71. Sujeción a piso paral	114
72. Foto 72. Sujeción a pared paral	114
73. Foto 73. Comparación sistemas de anclaje	114
74. Foto 74. Detalle 1 anclaje a pared cremallera	115
75. Foto 75. Detalle 2 anclaje a pared cremallera	116
76. Foto 76. Comparación rediseño anclaje	116
77. Foto 77. Detalle nuevo anclaje	117
78. Foto 78. Detalle cambio material	118
79. Foto 79. Detalle cremallera escondida	120
80. Foto 80. Detalle soporte cremallera escondida	121
81. Foto 81. Secuencia de armado	121
82. Foto 82. Secuencia 2 de armado	121
83. Foto 83. Secuencia 3 de armado	122
84. Foto 84. Secuencia 4 de armado	122
85. Foto 85. Detalle anclaje rediseñado y reformado	123
86. Foto 86. Detalle final sistema parales	123
87. Foto 87. Sistema señalización 1	138
88. Foto 88. Detalle sistema señalización 1	138

	pág
89. Foto 89. Detalle sistema señalización 2	139
90. Foto 90. Detalle sistema señalización 3	139
91. Foto 91. Detalle 1 aplicaciones	140
92. Foto 92. Detalle 2 aplicaciones	140

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. BUJE 1 - CORTE DE SECCIÓN	146
ANEXO B. BUJE AJUSTE PARED	147
ANEXO C. BUJES	148
ANEXO D. CREMALLERA PUNZONADA 240CM	149
ANEXO E. DISCO PARED	150
ANEXO F. LÁMINAS PARALES	151
ANEXO G. PARAL REDONDO GTD PISO PARED	152
ANEXO H. PARAL CUADRADO SR PISO PARED	153
ANEXO I. PARAL REDONDO SR PISO-PARED –ENS	154
ANEXO J. PARAL REDONDO SR PISO PARED	155
ANEXO K. PERFIL 1	156
ANEXO L. PERFIL 2	157
ANEXO M. PLATINA	158
ANEXO N. PLATINA 2	160
ANEXO O. REMATE ENSAMBLE	161
ANEXO P. PANEL 60X240	162
ANEXO Q. PROCESO DISEÑO ALTERNATIVAS PARALES	163
ANEXO R. PROCESO DISEÑO ALTERNATIVAS CREMALLERAS	164

## GLOSARIO

AUTOPOL: sistema de exhibición tubular que utiliza abrazaderas para el anclaje de los accesorios.

CREMALLERA: riel en lámina calibre 12 con un troquelado en el frente para anclar accesorios tales como entrepaños o brazos para exhibir productos.

GTD: sistema de exhibición tipo cremallera o de paral con troquelado especial de paso especial de una pulgada.

JC: nombre dado a un sistema de parales con perforación redonda.

LEVIS: sistema de cremallera especial con un troquelado de paso 32 mm.

PARAL: sistema tubular de exhibición con anclaje a pared o a techo.

PERFIL M: nombre dado al nuevo perfil extruido para el sistema de anclaje a pared.

SR: abreviación dada a sistema ranurado.

SW: abreviación dada a *Slat Wall*, nombre en inglés que traduce pared ranurada.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en rediseñar los productos y estandarizar los procesos de la empresa CDI Exhibiciones S.A., apoyados en un análisis entre el grupo de trabajo, personal administrativo y de producción de la empresa, lo que evidenciará el problema del costo de producción de las piezas estándar y de los tiempos de entrega tan largos. Se establecerá la importancia del rediseño formal y funcional de las piezas, basados en una mejora también en los procesos productivos.

A nivel económico, el proyecto se justificaría para la empresa, puesto que, la reducción en cantidad de procesos por pieza o producto estaría ligada a la obtención de mayor rentabilidad en cada período de ventas.

Es por esto que se propone la iniciativa del proyecto de grado para colaborar en el proceso de rediseño, ajustando los productos a mejores estándares de producción. El equipo integrado por un Ingeniero de Diseño e Ingenieros de Producción es el enlace perfecto para el resultado que se quiere y el complemento se hace más fuerte debido a que cada uno tiene características y habilidades especiales, aportando de esta forma, al desarrollo del proyecto y complementación en el transcurso de éste.

A nivel académico, los Ingenieros de Producción, aplicando todo lo visto en la carrera, aportarán para el estudio de tiempos, manejo de inventarios, estandarización de productos, reducción de costos y planeación de la producción con el resultado final de proyecto. Y el ingeniero de Diseño aportará sus conocimientos en cuanto a rediseño de los componentes, basado en los requerimientos funcionales y estéticos del producto, aplicando también sus conocimientos en procesos productivos y materiales. Integrando los conocimientos de todo el equipo en las diferentes áreas de conocimiento, se logrará que el proyecto se desarrolle y que su resultado sea satisfactorio, tanto para la empresa, como para el equipo de trabajo, donde, como equipo y como personas, se obtendrán nuevos conocimientos para los futuros retos profesionales.

## **1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA COMPAÑÍA**

CDI Exhibiciones S.A. surge en el año 2000 con la idea de diseñar, innovar en el campo de diseño y fabricación de mobiliario para espacios comerciales. Con esa visión ha avanzado en el mejoramiento de la calidad de los sistemas de exhibición que existían en el mercado y ha desarrollado nuevos sistemas que los han llevado a ser una empresa líder en el sector. Cuentan con un personal capacitado en los campos de diseño, arquitectura, ingeniería.

CDI Exhibiciones S.A. cuenta con 209 empleados, de los cuales 38 personas trabajan en el área administrativa, el resto son operarios de producción. Su planta de producción está ubicada en la autopista Medellín – Bogotá en el kilómetro 27 cerca a Guarne – Antioquia; la arquitectura de esta planta de 8000 m<sup>2</sup> está dada por tres niveles escalonados uno a uno con una diferencia en altura de aproximadamente 8 metros entre cada nivel; a su vez cada nivel está subdividido en dos áreas para separar los diferentes procesos, de madera y de metal.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Rediseñar las piezas de algunos productos y estandarizar los procesos para la elaboración de esos productos, fabricados por la empresa CDI Exhibiciones S.A.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los productos actuales y sus partes para detectar posibilidades de mejora y reducción de tiempos en producción.
- Realizar un estudio del estado del arte para obtener información sobre los productos existentes, que sirvan como soporte para el rediseño formal y funcional de los nuevos productos.
- Identificar los productos a rediseñar según su proceso y su uso final.
- Rediseñar los productos y diseñar el proceso productivo.
- Diseñar los procesos productivos para esos productos teniendo en cuenta procesos de bajo costo y de alta producción.
- Construcción de prototipos bajo todas las condiciones de diseño y producción necesarias para análisis de costos y cálculo de tiempos.

### **3. ALCANCE**

Se entregará:

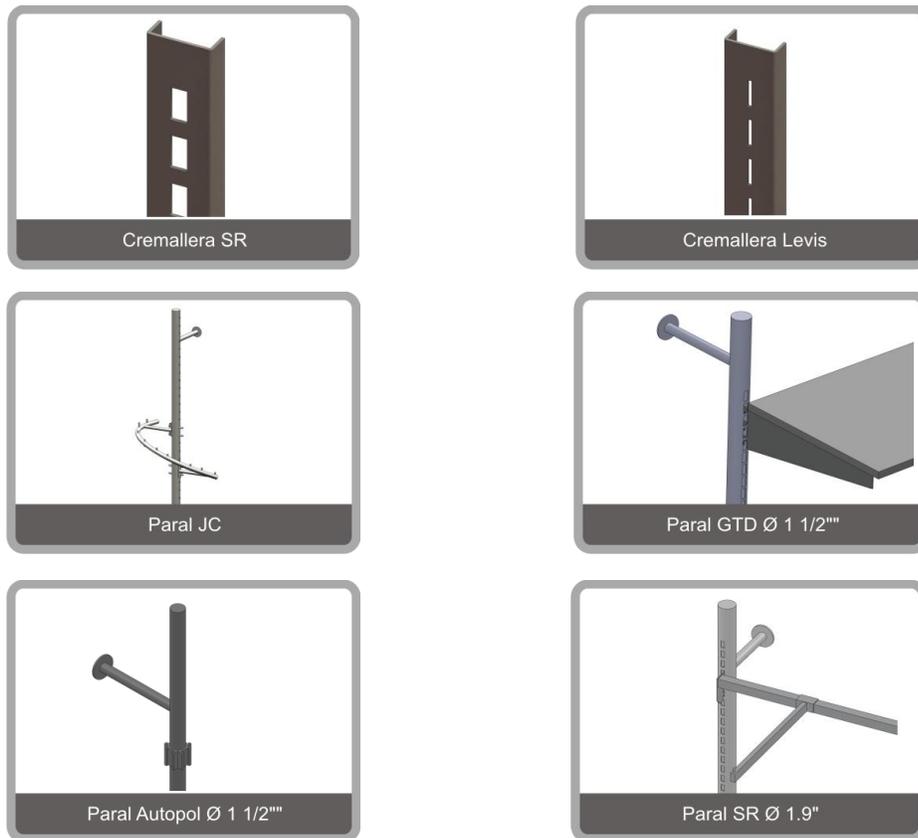
1. Modelación, planos y presentación animada de los productos.
2. Prototipos de los productos.
3. Cartas de procesos de los productos.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa, en esencia, se dedica al diseño y producción de muebles para exhibición comercial, pero para esto es necesario la existencia de piezas estándar que permitan el armado y la instalación del mobiliario.

Algunas de estas piezas se pueden evidenciar en la foto 1:

**Foto 1. Algunos productos**



Fuente: Elaboración propia.

Estas piezas pasan por procesos de producción tales como corte, soldadura, pintura, torneado, punzonado, rolado, doblado, troquelado, etc., que implican que algunas de estas piezas pasen por uno, varios o todos estos procesos y en cada paso se carguen costos de fabricación a las piezas.

Los elementos estándar son cremalleras, abrazaderas, flautas, brazos, entrepaños, parales, entre otros. Lo importante de destacar de ellos es que todos y cada uno fueron diseñados en el afán de cumplir con un proyecto y no con el detalle de convertirlo en una pieza estandarizada de producción. Todo esto debido a la rapidez en la entrega que exigen todos los clientes de la compañía.

Un 60% de los proyectos realizados por la compañía se componen en más de un 40% de estos componentes. A continuación, en el cuadro 1, se listan los últimos 20 pedidos entregados, donde se evidencia el retraso en la entrega de los proyectos, está ligado a problemas en la planta de metalmecánica, especialmente a la sección de soldadura. El 45% de los pedidos tiene problemas en esta área.

**Cuadro 1. Últimos 20 pedidos entregados**

No. del pedido	Nombre del cliente	Porcentaje de productos o piezas estándar	Días de retraso en la entrega	Causa del retraso	Sección de planta implicada
10837	Everlast	60%	12	No estaban los parales	Cerrajería (soldadura)
10838	Almacenes Éxito	40%	5	Volumen alto de producción	Cerrajería (soldadura)
10839	Vestimundo - Gef	55%	7	No estaban las cremalleras	Cerrajería (troquelaría y soldadura)
10840	Mango	42%	1	Faltaban piezas para el ensamble	(proveedor externo)
10841	Sprit	40%	1	Error en la soldadura de los herrajes, falta de precisión en las dimensiones	Cerrajería (soldadura)

**Cuadro 1. (Continuación)**

<b>No. del pedido</b>	<b>Nombre del cliente</b>	<b>Porcentaje de productos o piezas estándar</b>	<b>Días de retraso en la entrega</b>	<b>Causa del retraso</b>	<b>Sección de planta implicada</b>
10842	Stop	80%	15	No estaban las cremalleras	Cerrajería (soldadura)
10843	Almacenes Éxito	40%	2	Alto volumen de producción	Cerrajería en general
10844	Rifle	65%	8	No estaban los parales	Cerrajería en general
10845	San Basilio	15%	3	Error en programación	programación
10846	Punto blanco	25%	1	Demora en el transporte	Proveedor logístico externo
10847	Mango	35%	1	Demora en transporte	Proveedor logístico externo
10848	Ducon	0%	0	n.a.	n.a.
10849	Líneas y diseños	0%	0	n.a.	n.a.
10850	Manufacturas Muñoz	34%	0	n.a.	n.a.
10851	Almacenes éxito	38%	2	Faltante de piezas	Cromado (proveedor externo)
10852	Stop	82%	9	No estaban las cremalleras	Cerrajería (soldadura)
10853	Cueros Vélez	26%	6	Faltante de piezas	Cerrajería (soldadura)

**Cuadro 1. (Continuación)**

<b>No. del pedido</b>	<b>Nombre del cliente</b>	<b>Porcentaje de productos o piezas estándar</b>	<b>Días de retraso en la entrega</b>	<b>Causa del retraso</b>	<b>Sección de planta implicada</b>
10854	Suramericana Éxito	0%	0	n.a.	n.a.
10855	Rotoplast	0%	3	Error de programación	Programación
10856	Almacenes Éxito	38%	5	Faltante de piezas	Cromado (proveedor externo)

Los datos de esta tabla fueron tomados de las últimas 20 órdenes de pedido entregadas de la empresa del mes de febrero del presente año y de los controles de despacho y montaje correspondientes a cada orden de pedido.

Se ha intentado en los últimos años rediseñar estos elementos pero el problema es que el tiempo y los nuevos proyectos acaparan todo el horario de trabajo de los diseñadores e ingenieros de la empresa.

CDI Exhibiciones S.A. conoce el mercado internacional y los elementos constructivos de la competencia y, aunque reconoce que localmente están por encima de los niveles de calidad y diseño, también sabe que con la apertura de los nuevos mercados y la consecución de los últimos proyectos, que han sido en su mayoría de carácter internacional, es ahora o nunca que deben avanzar en el diseño y estandarización de productos.

Las empresas que se seleccionaron como competidores locales, tienen una infraestructura similar en cuanto a maquinaria, número de empleados y productos.

Las empresas de carácter internacional se seleccionaron, pues tienen sede en los países a los cuales CDI Exhibiciones S.A. exporta su producto y que fueron anteriormente proveedores de los clientes de la compañía.

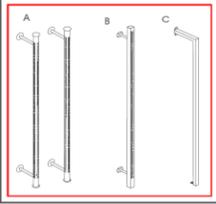
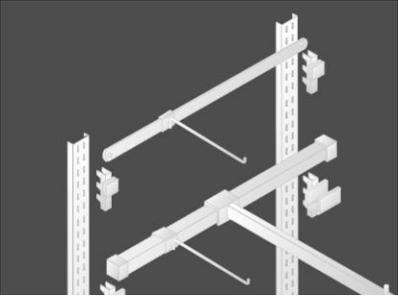
A continuación, en el cuadro 2, se realiza un comparativo de las empresas seleccionadas.

**Cuadro 2. Comparativo empresas**

<b>Empresa</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Número de empleados</b>	<b>Maquinaria con tecnología CNC</b>	<b>Países a los que exporta</b>	<b>Cliente de CDI Exhibiciones</b>
Demetálicos S.A (*)	Itagüí	150	Sí	Panamá, Venezuela y Costa Rica	No
Carpintería Gerardo Ríos (*)	Bello	120	Sí	Panamá y Venezuela	Sí
Muebles interiores (*)	Medellín	85	No	Panamá y Venezuela	Sí
John Pinos (*)	Itagüí	46	No	Panamá	Sí
Dimensiones y diseños (*)	Medellín	60	No	Panamá y Venezuela	Sí
Alu concept (**)	Italia	-	Sí	Toda Europa	No
Umdasch (**)	Alemania	-	Sí	Toda Europa	No
Display Panamá (**)	Panamá	-	Sí	Colombia y Venezuela y Centro América	No
Opto (**)	Estados Unidos	-	Sí	Toda América (Norte, Sur y Centro)	No
Visplay (**)	Canadá	-	Sí	Estados Unidos y Centro América	No
CDI Exhibiciones	Guarne	210	Sí	Venezuela, Ecuador, Panamá, Costa Rica, Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra, España	No Aplica
La información contenida en este cuadro fue suministrada por CDI Exhibiciones					

A continuación, en el cuadro 3, se hace una breve comparación y descripción de algunos productos de la empresa, comparados con algunas de las empresas mencionadas, una local y otra internacional.

**Cuadro 3. Comparación y descripción de algunos productos de la empresa**

CDI EXHIBICIONES S.A.	DEMETÁLICOS S.A.	DISPLAY PANAMÁ
		
<p>Paral SR 240 cm de altura. Fabricado en tubería ornamental. Con soporte soldado para sujeción a pared. Troquelado por una cara y con sistema de nivelación para el anclaje a piso.</p>	<p>Para cc altura 240 cm Fabricado en tubería ornamental con doble soporte soldado a pared, troquelado 3 caras.</p>	<p>Sistema tubo rectangular, fabricado en tubería aluminio soportes piso pares y piso techo. Sistema de anclaje individual.</p>
		
<p>Cremallera en lámina calibre 12, con platinas soldadas para anclaje a pared. Acabado: pintura electroestática.</p>	<p>Cremallera en lámina cal 16 con platinas soldadas para anclaje a pared, acabado: pintura líquida.</p>	<p>Cremallera en lámina calibre 12 con piezas soldadas para el anclaje, acabado: cromo.</p>
<p>Esta tabla compara dos productos similares donde se puede evidenciar los materiales y procesos utilizados en la producción.</p>		

Fuente: Elaboración propia

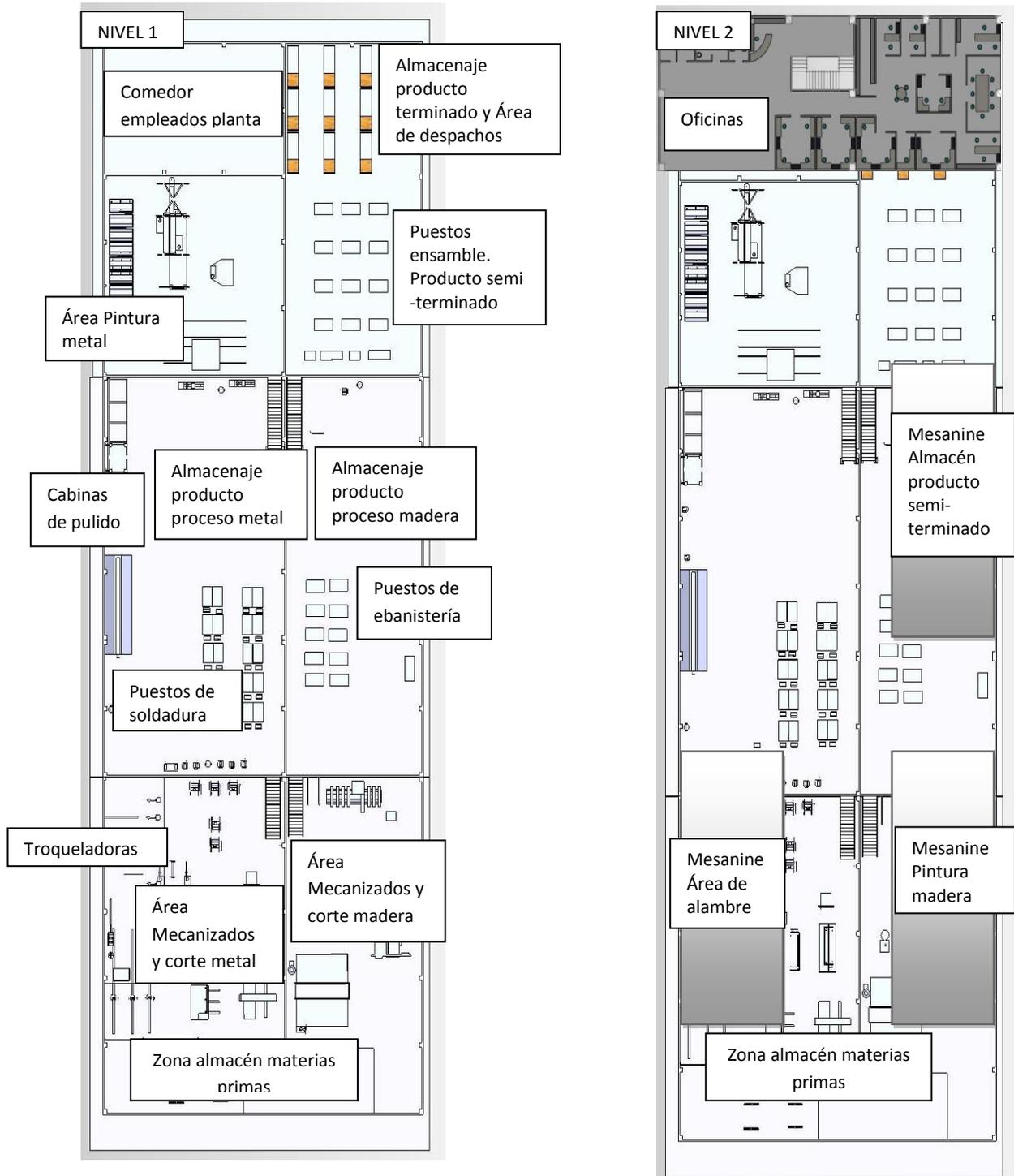
## 5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Es bien sabido que el costo total de un producto es la sumatoria de la materia prima, la mano de obra, los tiempos de maquinado, los costos indirectos y otros factores que de forma individual están afectados por factores como el tiempo.

Si se miran de forma individual, unos procesos son más costosos que otros, aunque el producto final sea el mismo funcional y físicamente, esto debido a la tecnología utilizada en el proceso o al grado de especialización. Los productos elaborados en la empresa sufren de ese mal. Pueden hacerse de diversas maneras siempre y cuando se rediseñen algunas piezas sin perder la función final. Tal variedad, da la posibilidad de reevaluar estética y la parte productiva de todas las líneas estándar de la empresa. Si se logra rediseñar una pieza utilizando menor cantidad de procesos o utilizando nuevos procesos de manufactura, se podrían disminuir considerablemente los costos e incluso los tiempos de producción que es el problema número uno de la empresa. Para esto se debe elaborar un estudio minucioso de la funcionalidad de las piezas, de los procesos y de los tiempos de cada uno de ellos y su costo parcial.

A continuación, en la figura 1, se ilustra el plano de la planta de producción para percibir las posibles rutas que recorren los productos para dar como resultado un producto final.

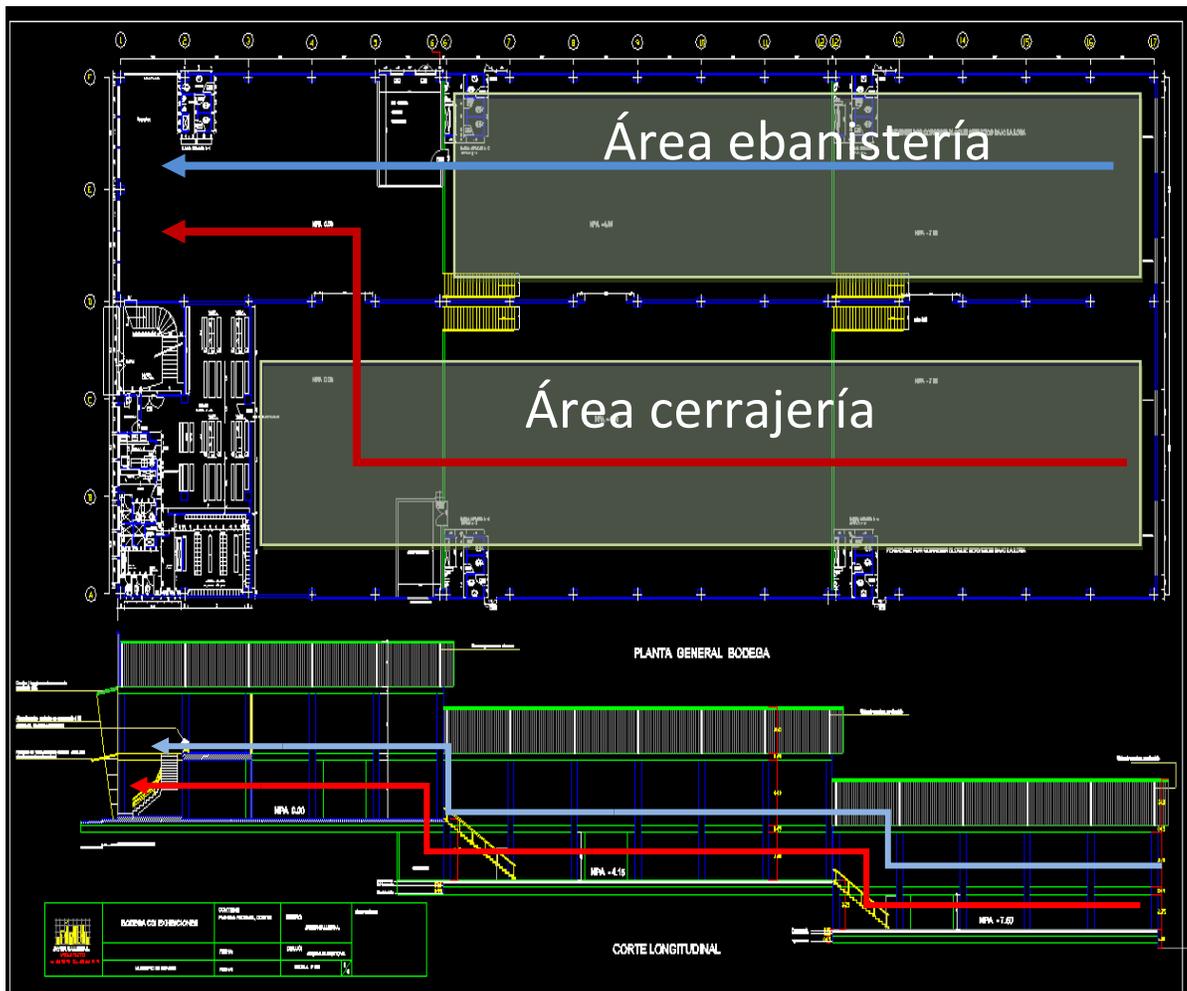
**Figura 1. Planta de producción**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

La planta está subdividida en dos áreas generales, ebanistería y cerrajería, y a su vez cada área en tres secciones debido en parte a la arquitectura de la bodega que es escalonada, como se ve en la figura 2.

**Figura 2. Subdivisión planta**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Recorrido productos elaborados en madera



Recorrido productos elaborados en metal



## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 ANÁLISIS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN Y LOS PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA

La planta de producción está dividida en tres áreas generales: ebanistería, cerrajería y ensamble y despachos, las cuales a su vez se dividen en varias secciones de trabajo de la siguiente forma:



Si se analizan cada una de estas secciones se va a encontrar que en cada una de ellas se realizan diferentes actividades dependiendo del proyecto a construir. Cada una cuenta con un jefe encargado de área y distintos supervisores para cada uno de los turnos de trabajo.

A continuación se explicarán cada una de las actividades y procesos que se realizan en cada sección de la empresa.

**6.1.1 Corte (ebanistería).** En esta sección se hace toda la modulación de material para los proyectos que se encuentren en el momento ya en proceso inicial de producción, se hace una aglomeración de piezas por espesor y material en donde a través de un software de optimización de material, se realiza una modulación de corte. Se cuenta con una seccionadora de control numérico que permite a través del software de optimización, se ejecuten los programas de corte y se tenga como resultado final piezas individuales con una etiqueta impresa que indique la pieza, a qué pedido, proyecto y parte del mueble pertenece; además tiene un código de barras que indica a qué sección de la empresa

debe pasar la pieza y dicho código tiene cargada la información del programa NC que debe ejecutarse, por ejemplo en el centro de mecanizado si así lo requiere. Toda la información del proceso de cada pieza se carga en un servidor que está en red y todas las máquinas la leen al hacer una lectura del código de barras que se imprime en la etiqueta desde el momento del corte.

En esta sección se cortan materiales como Mdf, madecor, madecraft, triplex, tablex, maderas laminadas, acrílicos y demás materiales blandos no metálicos.

En la foto 2 se puede apreciar una parte del proceso de corte

**Foto 2. Corte (ebanistería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.2 Mecanizado madera (ebanistería).** En esta sección se cuenta con maquinaria de control numérico para la ejecución de procesos como ruteados, perforado, enchape de cantos, colillado, etc. La máquina principal es un centro de mecanizado Venture II, la cual a través de una programación elaborada en software, ejecuta cualquier tipo de mecanizado sobre materiales como la madera o Mdf. En esta sección se hace la preparación de todas las piezas para el armado de los diferentes productos.

Cuando las piezas llegan a la sección llegan con un código de barras en su etiqueta, que al leerlo inmediatamente se cargan los programas a ejecutarse en la máquina para dicha pieza.

De dicha sección salen las piezas mecanizadas y enchapadas si así lo requiere, para la sección de Ensamble Madera, completamente lista con todas las perforaciones y guías elaboradas para el ensamblaje.

En la foto 3, se aprecia el proceso de mecanizado de madera

**Foto 3. Mecanizado madera (ebanistería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.3 Ensamble madera (ebanistería).** En esta sección llegan todos los componentes no metálicos para el ensamble de los productos, mascados o identificados en sus etiquetas de corte. A esta sección llegan planos físicos de cómo es el ensamblaje y cuáles son los elementos de fijación que deben reclamar en el almacén de materias primas para poder ejecutarlo. Esta sección cuenta con herramientas neumáticas, pero todos los procesos deben hacerse de forma manual debido a la diversidad y no continuidad de los productos, no existen dispositivos para hacerlo.

En la foto 4, se aprecia la sección de ensamble de madera

**Foto 4. Ensamble Madera (ebanistería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.4 Pulido madera (ebanistería).** A esta sección llegan todos los productos elaborados en aglomerados, maderas o materiales no metálicos para el proceso de pulido; se cuenta con herramienta neumática para hacerlos pero se ejecuta también de forma manual. Esta sección va muy de la mano de la sección de pintura, pues dependiendo de la carta de procesos donde se indiquen los acabados el tipo y número de operaciones del pulido, el tipo de pintura y acabado que se requiera, una pieza podría pasar hasta tres veces por esta sección. Por ejemplo, para un acabado en laca catalizada, primero se pule en crudo, se masilla y se vuelve a pulir, pasa a pintura para dar la primer capa de base, regresa a pulido, se da otra mano de pulimento con lijas más suaves, vuelve a pintura, se le da la segunda capa de base, regresa a pulimento, vuelve y se le da otra mano de pulido y regresa ya por última vez a pintura a que se le aplique la capa de acabado.

Para cada tipo de pintura o de acabado, este proceso puede variar afectando de distintas maneras el costo del producto.

En la foto 5, se aprecia la sección de pulido de madera

**Foto 5. Pulido Madera (ebanistería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.5 Pintura madera (ebanistería).** En esta sección se da acabado final a los productos utilizando varios tipos de pintura. Los procesos y acabados se dan de acuerdo a una carta de procesos para cada producto. Se cuenta con tres cabinas de pintura, una dedicada a aplicar base y dos a dar acabados. Adicional con una cabina para dar secado a los productos.

De esta sección pasan ya los productos al área de ensamble y despachos. Esta área se puede apreciar en la foto 6.

**Foto 6. Pintura Madera (ebanistería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.6 Corte (cerrajería).** En esta sección se recibe de programación los planos de los productos en metal (tubería y lámina) con un listado de corte para lo que es tubería y con una programación digital para lo que es laminación.

Para la parte de tubería, se cuenta con máquinas de corte de disco semiautomáticas con medidores digitales para los topes de corte. Para la laminación, se cuenta con una cizalla hidráulica, aunque el 90% de los productos de laminación no comienzan con este proceso sino que los cortes se hacen en la punzonadora a la vez que el mecanizado, para garantizar mayor precisión y optimización del material. Esta zona se puede observar en la foto 7.

**Foto 7. Corte (cerrajería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.7 Mecanizado metal (cerrajería).** Esta sección está encargada de elaborar todos los tipos de mecanizado posible en materiales y piezas en metal. Para esto la sección cuenta con punzonadora CNC, dobladora CNC, roladoras, troqueladoras, tornos, taladros múltiples, entre otros. Al igual que en ebanistería, se cuenta con programas digitales que se cargan dependiendo del producto, también se cuenta con planos y tablas de procesos físicos para cada proyecto.

De este departamento, las piezas salen completamente listas para las demás secciones, con guías para soldadura o ranuras de ensamble. Se trabaja con precisión, debido a las máquinas, y los procesos son muy rápidos debido a la tecnología con la que se cuenta. En la foto 8 se muestra este centro de mecanizado de metal.

**Foto 8. Mecanizado Metal (cerrajería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.8 Soldadura (cerrajería).** Esta sección cuenta con 25 puestos de trabajo dotados con equipos para soldadura MIG, TIG y soldadura de punto. Allí llegan todas las piezas y planos físicos de ensamble para el armado de los productos. Existen dispositivos para los productos estándar pero los procesos de soldadura se hacen de forma manual.

En esta sección se trabajan piezas en lámina y tubería en acero, acero inoxidable y aluminio, la podemos apreciar en la foto 9.

**Foto 9. Soldadura (cerrajería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.9 Pulido metal (cerrajería).** A esta sección llegan todos los productos desde el área de soldadura, los productos deben pulirse con mucho cuidado, pues los clientes de la compañía son muy exigentes en este sentido. No deben verse cordones bruscos de soldadura ni rayones en el material.

Se cuenta con equipos neumáticos y el trabajo se hace completamente manual debido a la complejidad de la geometría de la mayor parte de los productos. Esta área se puede visualizar en la foto 10.

**Foto 10. Pulido Metal (cerrajería)**



Fuente: Elaboración propia.

**6.1.10 Pintura metal (cerrajería).** Esta sección cuenta con un tren de pintura electrostática de trabajo continuo en tres cabinas de pintura y un horno a gas. El trabajo en esta área, la cual se visualiza en la foto 11, es eficiente y rápido, pero el cambio de color implica siempre un paro de producción de una hora para hacer el cambio de filtros. Sin embargo, es una de las áreas de la empresa con capacidad instalada que cubre toda

la demanda de producción sin ningún problema. A diferencia de la sección de pintura de madera, para cualquier tipo de acabado, color o tipo de pintura, en esta sección de pintura metal, el procedimiento siempre es el mismo.

**Foto 11. Pintura Metal (cerrajería)**



Fuente: Elaboración propia.

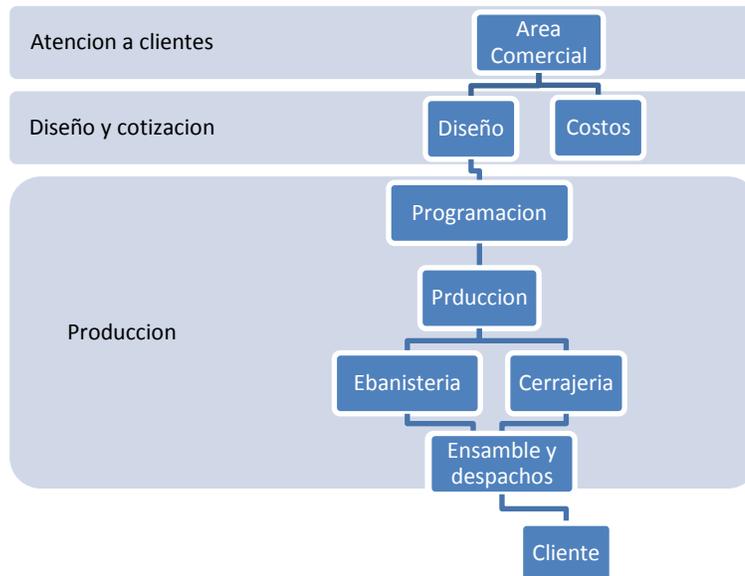
**6.1.11 Armado de piezas (ensamble y despachos).** En esta sección se reciben todos los productos de ebanistería y cerrajería para hacer el ensamble final de cada producto. Se ensamblan los componentes metálicos con los de madera y demás materiales. Cuentan con planos finales de ensamble, listado de componentes y herrajes y supervisión de personal capacitado. La herramienta es neumática y los procesos son manuales. En esta sección se realiza la limpieza del producto terminado y se empaca en cartón o plástico antes de pasarlo a la siguiente sección.

**6.1.12 Logística de despachos (ensamble y despachos).** En esta sección se realiza todo el proceso de embalaje dependiendo del destino del proyecto. Si es para un destino local, el embalaje es simple, cartón y zuncho. Si el destino es internacional, el embalaje es en huacales de madera. Se separa todo el pedido, componentes e imágenes gráficas del proyecto. Coordinan el personal de montaje, el transporte y se hace el envío.

**6.1.13 Montaje (ensamble y despachos).** En esta sección o más bien departamento, se desplaza personal a diferentes destinos, realizar el montaje de las tiendas o stands de los clientes con los productos de la empresa. Cuando este proceso termina, se da por terminado el proyecto y se procede a facturar.

A continuación, en la figura 3, se muestra la secuencia de procesos de producción de cada uno de los pedidos ingresados a la empresa.

**Figura 3. Secuencia de producción**



Fuente: Elaboración propia

## **6.2 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE TIEMPOS Y COSTOS POR OPERACIÓN EN CADA PROCESO PRODUCTIVO**

El cuadro 4, muestra los tiempos tomados por operación, en cada una de las secciones de la empresa.

No se sigue una metodología, ya que la forma como la empresa costea los proyectos no se hace por producto, sino por proceso. Simplemente se hace una toma de tiempos con cronómetro empezando desde las 4am hasta las 12am del mismo día. Se toman tiempos a 3 operarios.

Se toman a 20 muestras de placas de 20\*20 cm y se aplicaron los procesos necesarios para las tomas de tiempos.

Las tomas de tiempos no se hacen a productos específicos, sino a cada uno de los procesos. Por ejemplo, se toma tiempo de una pulgada de soldadura, un metro lineal de pintura, un metro lineal de pulido, entre otros.

**Cuadro 4. Tabla Toma de tiempos**

<b>Sección Ebanistería</b>					
<b>Corte aglomerado</b>		<b>Aplicar base/sellador</b>		<b>Aplicar pintura acabado</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,82	Toma 1	3,71	Toma 1	7,28
Toma 2	0,86	Toma 2	3,65	Toma 2	7,3
Toma 3	0,87	Toma 3	3,72	Toma 3	7,31
Toma 4	0,81	Toma 4	3,75	Toma 4	7,25
Toma 5	0,83	Toma 5	3,76	Toma 5	7,23
Toma 6	0,83	Toma 6	3,71	Toma 6	7,25
Toma 7	0,8	Toma 7	3,65	Toma 7	7,32
Toma 8	0,87	Toma 8	3,72	Toma 8	7,33
Toma 9	0,81	Toma 9	3,75	Toma 9	7,32
Toma 10	0,82	Toma 10	3,76	Toma 10	7,22
Toma 11	0,83	Toma 11	3,66	Toma 11	7,2
Toma 16	0,33				
Toma 17	0,32				
Toma 18	0,31				
Toma 19	0,29				
Toma 20	0,33				
<b>Promedio</b>	<b>0,34</b>				

<b>Sección Ebanistería</b>					
<b>Ensamblar zócalo</b>		<b>Pulir en blanco</b>		<b>Pulir base/sellador</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	11,09	Toma 1	11,09	Toma 1	11,09
Toma 2	11	Toma 2	11	Toma 2	11
Toma 3	11,25	Toma 3	11,25	Toma 3	11,25
Toma 4	11,35	Toma 4	11,35	Toma 4	11,35
Toma 5	11,4	Toma 5	11,4	Toma 5	11,4
Toma 6	11,5	Toma 6	11,5	Toma 6	11,5
Toma 7	11,54	Toma 7	11,54	Toma 7	11,54

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Ensamblar zócalo</b>		<b>Pulir en blanco</b>		<b>Pulir base/sellador</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 8	11,34	Toma 8	11,34	Toma 8	11,34
Toma 9	11,23	Toma 9	11,23	Toma 9	11,23
Toma 10	11,32	Toma 10	11,32	Toma 10	11,32
<b>Promedio</b>	<b>11,30</b>	<b>Promedio</b>	<b>11,302</b>	<b>Promedio</b>	<b>11,302</b>
<b>Sección Ebanistería</b>					
<b>Ranurar tablero</b>		<b>Redondear esquinas</b>		<b>Cortar acrílico</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,66	Toma 1	1,65	Toma 1	0,9
Toma 2	0,65	Toma 2	1,64	Toma 2	0,8
Toma 3	0,64	Toma 3	1,63	Toma 3	0,97
Toma 4	0,63	Toma 4	1,67	Toma 4	1,3
Toma 5	0,67	Toma 5	1,7	Toma 5	1,1
Toma 6	0,68	Toma 6	1,71	Toma 6	1
Toma 7	0,7	Toma 7	1,66	Toma 7	0,9
Toma 8	0,71	Toma 8	1,65	Toma 8	0,97
Toma 9	0,75	Toma 9	1,63	Toma 9	1,03
Toma 10	0,62	Toma 10	1,6	Toma 10	0,92
Toma 11	0,63	Toma 11	1,62	Toma 11	1
Toma 12	0,65	Toma 12	1,63	Toma 12	1
Toma 13	0,71	Toma 13	1,65	Toma 13	1,3
Toma 14	0,69	Toma 14	1,63	Toma 14	1,4
Toma 15	0,68	Toma 15	1,64	Toma 15	1,06
Toma 16	0,67	Toma 16	1,63	Toma 16	1
Toma 17	0,67	Toma 17	1,72	Toma 17	0,95
Toma 18	0,66	Toma 18	1,64	Toma 18	1,02
Toma 19	0,65	Toma 19	1,69	Toma 19	0,98
Toma 20	0,7	Toma 20	1,65	Toma 20	1,04
<b>Promedio</b>	<b>0,67</b>	<b>Promedio</b>	<b>1,65</b>	<b>Promedio</b>	<b>1,0</b>

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Sección Cerrajería</b>					
<b>Cortar platina</b>		<b>Cortar tubería 1</b>		<b>Cortar tubería 2</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,21	Toma 1	0,87	Toma 1	1,2
Toma 2	0,2	Toma 2	0,88	Toma 2	1,4
Toma 3	0,19	Toma 3	0,85	Toma 3	1,6
Toma 4	0,24	Toma 4	0,87	Toma 4	1,2
Toma 5	0,25	Toma 5	0,9	Toma 5	1,3
Toma 6	0,2	Toma 6	0,91	Toma 6	1,7
Toma 7	0,3	Toma 7	0,93	Toma 7	1,8
Toma 8	0,25	Toma 8	0,95	Toma 8	2
Toma 9	0,23	Toma 9	0,91	Toma 9	1,6
Toma 10	0,21	Toma 10	0,87	Toma 10	1,3
Toma 11	0,19	Toma 11	0,89	Toma 11	1,4
Toma 12	0,23	Toma 12	0,88	Toma 12	1,7
Toma 13	0,22	Toma 13	0,91	Toma 13	1,4
Toma 14	0,21	Toma 14	0,92	Toma 14	1,5
Toma 15	0,2	Toma 15	0,93	Toma 15	1,6
Toma 16	0,25	Toma 16	0,9	Toma 16	1,3
Toma 17	0,19	Toma 17	0,85	Toma 17	1,2
Toma 18	0,18	Toma 18	0,89	Toma 18	1,5
Toma 19	0,2	Toma 19	0,88	Toma 19	1,6
Toma 20	0,22	Toma 20	0,87	Toma 20	1,8
Toma 20	0,22	Toma 20	0,87	Toma 20	1,8
<b>Promedio</b>	<b>0,22</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,89</b>	<b>Promedio</b>	<b>1,5</b>

<b>Sección Cerrajería</b>					
<b>Esmerilar</b>		<b>Perforar</b>		<b>Pulir</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,33	Toma 1	0,4	Toma 1	0,31
Toma 2	0,31	Toma 2	0,3	Toma 2	0,33
Toma 3	0,32	Toma 3	0,6	Toma 3	0,37

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Esmerilar</b>		<b>Perforar</b>		<b>Pulir</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 4	0,34	Toma 4	0,5	Toma 4	0,35
Toma 5	0,32	Toma 5	0,5	Toma 5	0,36
Toma 6	0,31	Toma 6	0,7	Toma 6	0,34
Toma 7	0,3	Toma 7	0,4	Toma 7	0,33
Toma 8	0,34	Toma 8	0,3	Toma 8	0,31
Toma 9	0,35	Toma 9	0,5	Toma 9	0,3
Toma 10	0,37	Toma 10	0,4	Toma 10	0,3
Toma 11	0,36	Toma 11	0,6	Toma 11	0,29
Toma 12	0,35	Toma 12	0,7	Toma 12	0,32
Toma 13	0,3	Toma 13	0,4	Toma 13	0,31
Toma 14	0,33	Toma 14	0,5	Toma 14	0,29
Toma 15	0,32	Toma 15	0,5	Toma 15	0,33
Toma 16	0,34	Toma 16	0,4	Toma 16	0,32
Toma 17	0,32	Toma 17	0,6	Toma 17	0,32
Toma 18	0,31	Toma 18	0,5	Toma 18	0,31
Toma 19	0,34	Toma 19	0,6	Toma 19	0,33
Toma 20	0,35	Toma 20	0,5	Toma 20	0,32
<b>Promedio</b>	<b>0,33</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,50</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,32</b>

<b>Sección Cerrajería</b>					
<b>Soldar MIG tapón</b>		<b>Soldar MIG N1</b>		<b>Soldar MIG N2</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,34	Toma 1	0,5	Toma 1	0,6
Toma 2	0,35	Toma 2	0,6	Toma 2	0,7
Toma 3	0,35	Toma 3	0,5	Toma 3	0,9
Toma 4	0,36	Toma 4	0,7	Toma 4	1
Toma 5	0,3	Toma 5	0,8	Toma 5	1,2
Toma 6	0,32	Toma 6	0,4	Toma 6	0,8
Toma 7	0,33	Toma 7	0,6	Toma 7	0,7
Toma 8	0,36	Toma 8	0,8	Toma 8	0,9

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Soldar MIG tapón</b>		<b>Soldar MIG N1</b>		<b>Soldar MIG N2</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 9	0,34	Toma 9	0,4	Toma 9	0,6
Toma 10	0,35	Toma 10	0,5	Toma 10	0,7
Toma 11	0,36	Toma 11	0,6	Toma 11	0,9
Toma 12	0,36	Toma 12	0,6	Toma 12	1,1
Toma 13	0,36	Toma 13	0,4	Toma 13	0,7
Toma 14	0,41	Toma 14	0,5	Toma 14	0,8
Toma 15	0,37	Toma 15	0,5	Toma 15	0,8
Toma 16	0,41	Toma 16	0,6	Toma 16	0,8
Toma 17	0,36	Toma 17	0,4	Toma 17	0,7
Toma 18	0,34	Toma 18	0,5	Toma 18	1
Toma 19	0,4	Toma 19	0,5	Toma 19	0,9
Toma 20	0,38	Toma 20	0,4	Toma 20	1
<b>Promedio</b>	<b>0,36</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,5</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,8</b>

<b>Sección Cerrajería</b>					
<b>Soldar MIG N3</b>		<b>Soldar TIG</b>		<b>Troquelar</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	1,1	Toma 1	1,2	Toma 1	0,22
Toma 2	1,3	Toma 2	1,4	Toma 2	0,23
Toma 3	1,4	Toma 3	1,5	Toma 3	0,24
Toma 4	1,3	Toma 4	1,5	Toma 4	0,21
Toma 5	1	Toma 5	1,5	Toma 5	0,22
Toma 6	1,1	Toma 6	1,7	Toma 6	0,23
Toma 7	1,5	Toma 7	1,6	Toma 7	0,24
Toma 8	1,3	Toma 8	1,5	Toma 8	0,25
Toma 9	1,4	Toma 9	1,6	Toma 9	0,21
Toma 10	1,3	Toma 10	1,7	Toma 10	0,22
Toma 11	1,6	Toma 11	1,8	Toma 11	0,22
Toma 12	1,4	Toma 12	1,5	Toma 12	0,22
Toma 13	1,1	Toma 13	1,6	Toma 13	0,23

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Soldar MIG N3</b>		<b>Soldar TIG</b>		<b>Troquelar</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 14	1	Toma 14	1,7	Toma 14	0,21
Toma 15	1,2	Toma 15	1,4	Toma 15	0,22
Toma 16	1,2	Toma 16	1,7	Toma 16	0,23
Toma 17	1,1	Toma 17	1,6	Toma 17	0,24
Toma 18	1,2	Toma 18	1,5	Toma 18	0,21
Toma 19	1,1	Toma 19	1,7	Toma 19	0,21
Toma 20	1,2	Toma 20	1,5	Toma 20	0,21
Promedio	1,2	Promedio	1,6	Promedio	0,22

<b>Sección Alambre</b>					
<b>Cortar alambre</b>		<b>Cortar varilla</b>		<b>Doblar</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,3	Toma 1	0,21	Toma 1	0,4
Toma 2	0,2	Toma 2	0,22	Toma 2	0,4
Toma 3	0,3	Toma 3	0,21	Toma 3	0,4
Toma 4	0,4	Toma 4	0,2	Toma 4	0,4
Toma 5	0,35	Toma 5	0,23	Toma 5	0,39
Toma 6	0,36	Toma 6	0,23	Toma 6	0,41
Toma 7	0,31	Toma 7	0,22	Toma 7	0,42
Toma 8	0,29	Toma 8	0,22	Toma 8	0,39
Toma 9	0,28	Toma 9	0,22	Toma 9	0,38
Toma 10	0,3	Toma 10	0,23	Toma 10	0,41
Toma 11	0,31	Toma 11	0,24	Toma 11	0,41
Toma 12	0,31	Toma 12	0,24	Toma 12	0,4
Toma 13	0,3	Toma 13	0,24	Toma 13	0,41
Toma 14	0,32	Toma 14	0,23	Toma 14	0,39
Toma 15	0,3	Toma 15	0,22	Toma 15	0,38
Toma 16	0,3	Toma 16	0,22	Toma 16	0,4
Toma 17	0,3	Toma 17	0,21	Toma 17	0,4

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Cortar alambre</b>		<b>Cortar varilla</b>		<b>Doblar</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 18	0,3	Toma 18	0,21	Toma 18	0,42
Toma 19	0,29	Toma 19	0,22	Toma 19	0,4
Toma 20	0,3	Toma 20	0,22	Toma 20	0,41
<b>Promedio</b>	<b>0,3</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,22</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,40</b>

<b>Sección Alambre</b>					
<b>Enderezar</b>		<b>Pulir</b>		<b>Rolar alambre</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,19	Toma 1	0,13	Toma 1	1
Toma 2	0,2	Toma 2	0,11	Toma 2	1,1
Toma 3	0,21	Toma 3	0,12	Toma 3	1,1
Toma 4	0,21	Toma 4	0,1	Toma 4	1,2
Toma 5	0,2	Toma 5	0,1	Toma 5	0,9
Toma 6	0,19	Toma 6	0,11	Toma 6	1
Toma 7	0,2	Toma 7	0,11	Toma 7	1
Toma 8	0,2	Toma 8	0,12	Toma 8	1
Toma 9	0,2	Toma 9	0,13	Toma 9	1
Toma 10	0,18	Toma 10	0,11	Toma 10	1,1
Toma 11	0,19	Toma 11	0,12	Toma 11	1
Toma 12	0,21	Toma 12	0,14	Toma 12	1,1
Toma 13	0,22	Toma 13	0,11	Toma 13	0,9
Toma 14	0,2	Toma 14	0,1	Toma 14	0,9
Toma 15	0,21	Toma 15	0,11	Toma 15	1
Toma 16	0,19	Toma 16	0,12	Toma 16	0,9
Toma 17	0,18	Toma 17	0,11	Toma 17	1,2
Toma 18	0,2	Toma 18	0,12	Toma 18	1,1
Toma 19	0,21	Toma 19	0,11	Toma 19	1,2
Toma 20	0,22	Toma 20	0,1	Toma 20	1
<b>Promedio</b>	<b>0,20</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,11</b>	<b>Promedio</b>	<b>1,0</b>

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Sección Alambre</b>					
<b>Soldadura de contacto</b>		<b>Soldadura de punto</b>		<b>Soldadura MIG</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,23	Toma 1	0,07	Toma 1	0,34
Toma 2	0,24	Toma 2	0,06	Toma 2	0,33
Toma 3	0,27	Toma 3	0,06	Toma 3	0,36
Toma 4	0,26	Toma 4	0,06	Toma 4	0,38
Toma 5	0,24	Toma 5	0,06	Toma 5	0,37
Toma 6	0,26	Toma 6	0,06	Toma 6	0,36
Toma 7	0,27	Toma 7	0,06	Toma 7	0,37
Toma 8	0,23	Toma 8	0,06	Toma 8	0,37
Toma 9	0,23	Toma 9	0,06	Toma 9	0,36
Toma 10	0,24	Toma 10	0,06	Toma 10	0,37
Toma 11	0,23	Toma 11	0,08	Toma 11	0,32
Toma 12	0,25	Toma 12	0,08	Toma 12	0,33
Toma 13	0,26	Toma 13	0,07	Toma 13	0,34
Toma 14	0,25	Toma 14	0,07	Toma 14	0,37
Toma 15	0,26	Toma 15	0,07	Toma 15	0,39
Toma 16	0,27	Toma 16	0,07	Toma 16	0,4
Toma 17	0,24	Toma 17	0,06	Toma 17	0,4
Toma 18	0,26	Toma 18	0,07	Toma 18	0,33
Toma 19	0,27	Toma 19	0,08	Toma 19	0,36
Toma 20	0,27	Toma 20	0,08	Toma 20	0,35
<b>Promedio</b>	<b>0,25</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,07</b>	<b>Promedio</b>	<b>0,36</b>

<b>Sección Pintura metal</b>					
<b>Lavar</b>		<b>Aplicar pintura</b>		<b>Secado en horno</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	10,3	Toma 1	11,33	Toma 1	1,55
Toma 2	9,7	Toma 2	11,32	Toma 2	1,54
Toma 3	9,8	Toma 3	11,34	Toma 3	1,57
Toma 4	10	Toma 4	11,35	Toma 4	1,6

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Lavar</b>		<b>Aplicar pintura</b>		<b>Secado en horno</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 5	9,8	Toma 5	11,32	Toma 5	1,61
Toma 6	10,3	Toma 6	11,3	Toma 6	1,55
Toma 7	10,4	Toma 7	11,39	Toma 7	1,57
Toma 8	9,6	Toma 8	11,4	Toma 8	1,58
Toma 9	10,3	Toma 9	11,3	Toma 9	1,5
Toma 10	9,7	Toma 10	11,3	Toma 10	1,56
<b>Promedio</b>	<b>10,0</b>	<b>Promedio</b>	<b>11,34</b>	<b>Promedio</b>	<b>1,56</b>

<b>Sección Ensamble</b>					
<b>Colocar pata</b>		<b>Colocar rodachina</b>		<b>Colocar nivelador</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	3,5	Toma 1	2,9	Toma 1	2
Toma 2	3,3	Toma 2	3	Toma 2	1,9
Toma 3	3,7	Toma 3	3,1	Toma 3	1,8
Toma 4	3,9	Toma 4	3,2	Toma 4	2
Toma 5	3,5	Toma 5	2,8	Toma 5	2,1
Toma 6	3,4	Toma 6	2,9	Toma 6	2,2
Toma 7	3,3	Toma 7	3	Toma 7	2,3
Toma 8	3,2	Toma 8	3,1	Toma 8	2
Toma 9	3,1	Toma 9	3	Toma 9	1,8
Toma 10	3,9	Toma 10	3,4	Toma 10	2
<b>Promedio</b>	<b>3,5</b>	<b>Promedio</b>	<b>3,0</b>	<b>Promedio</b>	<b>2,0</b>

<b>Sección Ensamble</b>					
<b>Ensamblar cajón</b>		<b>Ensamblar porta teclado</b>		<b>Ensamblar porta logo MDF</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	29,5	Toma 1	19	Toma 1	6,19
Toma 2	30	Toma 2	18	Toma 2	6,2
Toma 3	31,5	Toma 3	17	Toma 3	6,3
Toma 4	31	Toma 4	19	Toma 4	6,15

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Ensamblar cajón</b>		<b>Ensamblar porta teclado</b>		<b>Ensamblar porta logo MDF</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 5	29	Toma 5	24	Toma 5	6,12
Toma 6	31,2	Toma 6	25	Toma 6	6,09
Toma 7	32,4	Toma 7	22	Toma 7	6,2
Toma 8	28,4	Toma 8	22	Toma 8	6,09
Toma 9	30	Toma 9	19	Toma 9	6,18
Toma 10	31	Toma 10	17	Toma 10	6,23
<b>Promedio</b>	<b>30</b>	<b>Promedio</b>	<b>20</b>	<b>Promedio</b>	<b>6,18</b>

<b>Ensamblar puerta MDF</b>	
Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	22
Toma 2	25,6
Toma 3	24
Toma 4	25,7
Toma 5	25,8
Toma 6	34,5
Toma 7	36,7
Toma 8	32,9
Toma 9	38,4
Toma 10	30
<b>Promedio</b>	<b>30</b>

<b>Ensamblar puerta vidrio 1</b>	
Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	32,7
Toma 2	33,4
Toma 3	35,6
Toma 4	23,5
Toma 5	25,6
Toma 6	28,6
Toma 7	27,6
Toma 8	29,7
Toma 9	30,5
Toma 10	30,8
<b>Promedio</b>	<b>30</b>

<b>Ensamblar puerta vidrio 2</b>	
Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	50,6
Toma 2	54,6
Toma 3	52,7
Toma 4	49,7
Toma 5	48,5
Toma 6	47,3
Toma 7	50,9
Toma 8	53
Toma 9	47
Toma 10	49,8
<b>Promedio</b>	<b>50</b>

<b>Sección Ensamble</b>					
<b>Ensamblar entrepaño móvil</b>		<b>Ensamblar vidrio fijo</b>		<b>Ensamblar madera a base metálica</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	4,59	Toma 1	11,55	Toma 1	11,5
Toma 2	4,59	Toma 2	11,59	Toma 2	11,6
Toma 3	4,5	Toma 3	11,42	Toma 3	11,43

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Ensamblar entrepaño móvil</b>		<b>Ensamblar vidrio fijo</b>		<b>Ensamblar madera a base metálica</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 4	5,2	Toma 4	11,43	Toma 4	11,45
Toma 5	5,3	Toma 5	11,6	Toma 5	11,43
Toma 6	5,4	Toma 6	11,45	Toma 6	11,65
Toma 7	5	Toma 7	11,59	Toma 7	11,8
Toma 8	5	Toma 8	11,5	Toma 8	11,53
Toma 9	5	Toma 9	11,53	Toma 9	11,55
Toma 10	5,2	Toma 10	11,6	Toma 10	11,43
<b>Promedio</b>	<b>5,0</b>	<b>Promedio</b>	<b>11,53</b>	<b>Promedio</b>	<b>11,54</b>

<b>Ensamblar perfil aluminio</b>		<b>Ensamblar buje puck</b>		<b>Ensamblar acrílico con 4 bujes</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	0,52	Toma 1	1,5	Toma 1	14,9
Toma 2	0,56	Toma 2	1,54	Toma 2	14,8
Toma 3	0,55	Toma 3	2,4	Toma 3	14,5
Toma 4	0,57	Toma 4	2,5	Toma 4	14,3
Toma 5	0,58	Toma 5	2,3	Toma 5	15
Toma 6	0,6	Toma 6	1,6	Toma 6	15,6
Toma 7	0,52	Toma 7	1,59	Toma 7	15,9
Toma 8	0,59	Toma 8	2,1	Toma 8	15,6
Toma 9	0,5	Toma 9	2	Toma 9	14,5
Toma 10	0,57	Toma 10	2	Toma 10	15
<b>Promedio</b>	<b>0,56</b>	<b>Promedio</b>	<b>2</b>	<b>Promedio</b>	<b>15,0</b>

**Cuadro 4. (Continuación)**

<b>Sección Ensamble</b>					
<b>Fijar panel MDF a estructura metálica</b>		<b>Colocar iluminación 1</b>		<b>Colocar iluminación 2</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	30,1	Toma 1	22	Toma 1	47
Toma 2	29,2	Toma 2	23	Toma 2	43
Toma 3	31	Toma 3	24	Toma 3	43,2
Toma 4	28	Toma 4	27	Toma 4	45,6
Toma 5	29	Toma 5	26	Toma 5	44
Toma 6	30	Toma 6	23,4	Toma 6	45,2
Toma 7	28,2	<b>Toma 7</b>	<b>28</b>	<b>Toma 7</b>	<b>46</b>
Toma 8	30	<b>Toma 8</b>	<b>24</b>	<b>Toma 8</b>	<b>45</b>
Toma 9	30,2	<b>Toma 9</b>	<b>26</b>	<b>Toma 9</b>	<b>44</b>
Toma 10	26	<b>Toma 10</b>	<b>25</b>	<b>Toma 10</b>	<b>45</b>
<b>Promedio</b>	<b>29,2</b>	<b>Promedio</b>	<b>25</b>	<b>Promedio</b>	<b>45</b>

<b>Sección Ensamble</b>					
<b>Colocar iluminación 3</b>		<b>Pulir acrílico</b>		<b>Empacar mueble</b>	
Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)	Tomas	Tiempo (Min)
Toma 1	59,3	Toma 1	9,3	Toma 1	21
Toma 2	59	Toma 2	9,6	Toma 2	21,04
Toma 3	59,4	Toma 3	9,4	Toma 3	19,02
Toma 4	61	Toma 4	10,2	Toma 4	19,05
Toma 5	61,3	Toma 5	10,3	Toma 5	19
Toma 6	62	Toma 6	10,4	Toma 6	21
Toma 7	57	Toma 7	10,03	Toma 7	21,3
Toma 8	63,8	Toma 8	10,5	Toma 8	22
Toma 9	58,6	Toma 9	11,02	Toma 9	21,02
Toma 10	58	Toma 10	10	Toma 10	20,5
<b>Promedio</b>	<b>60</b>	<b>Promedio</b>	<b>10</b>	<b>Promedio</b>	<b>20</b>

### 6.3 ESTUDIO DE MANEJO DE INVENTARIOS Y MOVIMIENTO PERIÓDICO DE CADA COMPONENTE

Al analizar los pedidos de los últimos tres meses (material puesto a disposición del equipo de trabajo sólo en las instalaciones de CDI Exhibiciones S.A.) y la información verbal basada en la experiencia de los funcionarios de la compañía, se reconoce la importancia de los siguientes productos en cuanto a presencia en los pedidos y al volumen y frecuencia de los mismos en las ventas:

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1. Cremallera a pared   | 5. Paral Autopol |
| 2. Cremallera escondida | 6. Paral JC      |
| 3. Paral SR             | 7. Panel SW      |
| 4. Paral GTD            |                  |

Son siete productos que manejan distintas versiones cada uno y hacen en promedio un 55% de las ventas mensuales de la empresa, esto analizando los últimos seis meses en ventas.

De aquí en adelante cada que se mencionen productos o líneas de producto, se refiere a los anteriores siete productos y sus respectivas referencias o versiones.

Según políticas de la compañía y las distintas versiones que se manejan de cada producto, el manejo de stocks e inventarios se realiza como se muestra en el cuadro 5:

**Cuadro 5. Manejo inventarios**

Referencia	Unidades en stock	Volumen de ocupación del stock en planta	Promedio movimiento mensual
<b>CREMALLERAS 300 CM</b>			
A pared	100	310x100X50cm	80
Escondida	100	310X130X50CM	85
<b>CREMALLERAS 240 CM</b>			
A pared	100	250x100X50cm	90
Escondida	100	250X130X50CM	97

**Cuadro 5. (Continuación)**

Referencia	Unidades en stock	Volumen de ocupación del stock en planta	Promedio movimiento mensual
<b>PARALES SR 240 CM PISO-PARED</b>			
Troquelado en el frente	100	250x100x100cm	75
Troquelado posterior	100	250x100x100cm	60
<b>PARALES SR 240 CM PISO-TECHO</b>			
Troquelado en el frente	50	250x100x100cm	45
Troquelado posterior	50	250x100x100cm	40
<b>PARALES GTD 240 CM PISO-PARED</b>			
Troquelado en el frente	50	250x100x100cm	42
Troquelado posterior	50	250x100x100cm	34
<b>PARALES GTD 240 CM PISO-TECHO</b>			
Troquelado en el frente	50	250x100x100cm	39
Troquelado posterior	50	250x100x100cm	32
<b>PARALES AUTOPOL 240 CM PISO-PARED</b>	100	250X100X100cm	88
<b>PARALES AUTOPOL 240 CM PISO-TECHO</b>	100	250X100X100cm	80
<b>PARALES JC 240 CM PISO-PARED</b>	50	250X100X100cm	31
<b>PARALES JC 240 CM PISO-TECHO</b>	50	250X100X100cm	47
<b>PANEL SW 120X240 CM</b>			
Con perfil	0	0	40
Sin perfil	0	0	120
<b>PANEL SW 90X240 CM</b>			
Con perfil	0	0	70
Sin perfil	0	0	214

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5, se puede observar que los siete productos se convierten en 20 referencias básicas de producto con consumo continuo. Existen muchas otras referencias de estos productos que varían en dimensión pero que su volumen en ventas es mínimo (de 1 a 10 unidades por mes) y no ameritan un estudio.

## 6.4 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS EN LOS PRODUCTOS, ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS PIEZAS DETERMINANTES PARA EL REDISEÑO

A continuación se hará una descripción de cada producto:

**6.4.1 Cremallera SR a pared.** Esta cremallera, visualizar en la foto 12, es utilizada para sistemas de exhibición básicos de anclaje a pared, su instalación es simple, tiene cuatro láminas perforadas anclada en la parte posterior para que a través de cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos a la pared.

En su uso se utilizan mínimo dos unidades instaladas una al lado de la otra (de 60 a 100 cm de centro a centro de cremallera) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared. Cada cremallera debe tener la capacidad de soportar 100 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa. Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

**Foto 12. Cremallera SR a pared**



Fuente: Elaboración propia.

Construcción:

- Corte de fleje de lámina calibre 12.
- Troquelado del fleje para hacer el ranurado con una paso de 29 mm.
- Dobleces de lámina (dos dobleces en la longitud mayor).
- Corte de cuatro piezas en lámina de 4 x 4 cm en calibre 12.

- Perforación de las cuatro piezas en lámina cal 12 (una perforación por pieza diámetro 8 mm).
- Soldadura de las cuatro piezas de 4 x 4 cm en el fleje doblado (dos cordones de 1" por cada pieza).
- Pulido de toda la pieza, en especial en los puntos de soldadura.
- Pintura de toda la pieza.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno

Despacho y montaje: logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cizalla, troqueladora, dobladora, soldador MIG, Pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 26 minutos.

Precio de venta: \$31.650

Utilidad que deja a la empresa: 15%

**6.4.2 Paral SR a pared.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a pared. Su instalación es simple, tiene un disco perforado soldado a través de un buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos a la pared.

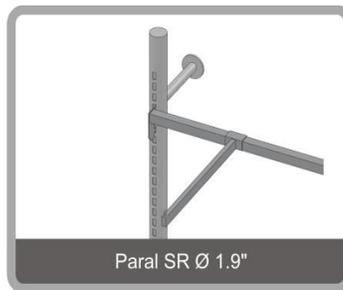
En su uso, se utilizan mínimo dos unidades instaladas, una al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga, representados, en la mayoría de los casos, de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto, evidenciado en la foto 13, viene en varias referencias e incluso geometrías, en tubo redondo, cuadrado, con troquelado en el frente y troquelado por detrás.

**Foto 13. Paral SR a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Construcción:**

- Corte de tubería ya sea redonda 1.9" o cuadrada 1 1/2" a 237 cm.
- Corte de 2 discos 1.9" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1" de 20 cm.
- Corte tubo redondo 7/8" de 15 cm.
- Corte disco 3" en lámina calibre 12.
- Troquelado de tubo con una paso de 29 mm en toda la longitud.
- Soldadura de discos de 1.9" en las dos bocas del tubo.
- Soldadura del tubo de 1" en la parte superior del tubo ya troquelado en la cara del troquelado o en la cara contraria, dependiendo de la referencia del paral.
- Perforar el disco de 3" en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3" al tubo de 7/8" a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8" en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de 1/4" en un extremo del tubo de 7/8".
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.
- Unir el tubo de 7/8" con el de 1" utilizando un tornillo socket de 1/4" a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3" en la tuerca de 3/8" soldada al paral.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, troqueladora, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 57 minutos.

Precio de venta: \$83.200

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.3 Paral SR piso a techo.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a techo, su instalación es simple, tiene un disco perforado soldado a través de uno buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos al techo.

En su uso se utilizan mínimo dos unidades instalados uno al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto, ver foto 14, viene en varias referencias e incluso geometrías, en tubo redondo, cuadrado, con troquelado en el frente y troquelado por detrás.

**Foto 14. Paral SR piso a techo**



Fuente: Elaboración propia.

Construcción:

- Corte de tubería ya sea redonda 1.9" o cuadrada 1 ½" a 237 cm.
- Corte de 1 disco 1.9" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1 1/4" de 20 cm (o cuadrado según la referencia).

- Corte disco 3" en lámina calibre 12.
- Troquelado de tubo con una paso de 29 mm en toda la longitud.
- Soldadura del disco de 1.9" en las dos bocas inferiores del tubo.
- Perforar el disco de 3" en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3" al tubo de 1 1/4" a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8" en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de 1/4" en un extremo del tubo 1 1/4".
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.
- Unir el tubo de 1 1/4" con el paral en la boca superior utilizando un tornillo socket de 1/4" a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3" en la tuerca de 3/8" soldada al paral.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, troqueladora, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 44 minutos.

Precio de venta: \$75.150

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.4 Paral GTD a pared.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a pared, su instalación es simple, tiene un disco perforado soldado a través de uno buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos a la pared.

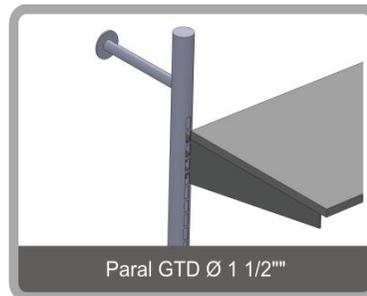
En su uso se utilizan mínimo dos unidades instalados uno al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto, referido en la foto 15, viene en varias referencias con troquelado en el frente, y troquelado por detrás.

**Foto 15. Paral GTD a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Construcción:**

- Corte de tubería redonda 1 ½" a 237 cm.
- Corte de 2 discos 1 ½" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1" de 20 cm.
- Corte tubo redondo 7/8" de 15 cm.
- Corte disco 3" en lámina calibre 12.
- Troquelado de tubo con una paso de 25.4 mm en toda la longitud.
- Soldadura de discos de 1 ½" en las dos bocas del tubo.
- Soldadura del tubo de 1" en la parte superior del tubo ya troquelado en la cara del troquelado o en la cara contraria dependiendo de la referencia de la referencia del paral.
- Perforar el disco de 3" en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3" al tubo de 7/8" a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8" en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de ¼" en un extremo del tubo de 7/8".
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.

- Unir el tubo de 7/8" con el de 1" utilizando un tornillo socket de 1/4" a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3" en la tuerca de 3/8" soldada al paral.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno.

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, troqueladora, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 57 minutos.

Precio de venta: \$83.200

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.5 Paral GTD piso a techo.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a techo, su instalación es simple, tiene un disco perforado soldado a través de un buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos al techo.

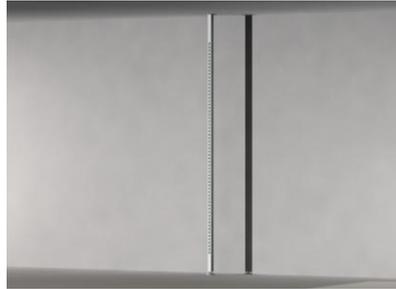
En su uso se utilizan mínimo dos unidades instalados uno al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto, ver foto 16, viene en varias referencias con troquelado en el frente y troquelado por detrás.

**Foto 16. Paral GTD piso a techo**



Fuente: Elaboración propia.

**Construcción:**

- Corte de tubería redonda 1 ½" a 237 cm.
- Corte de un disco 1 ½" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1 1/4" de 20 cm.
- Corte disco 3" en lámina calibre 12.
- Troquelado de tubo con una paso de 25.4 mm en toda la longitud.
- Soldadura del disco de 1 ½" en las dos bocas inferiores del tubo.
- Perforar el disco de 3" en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3" al tubo de 1 ¼" a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8" en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de ¼" en un extremo del tubo 1 1/4".
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.
- Unir el tubo de 1 1/4" con el paral en la boca superior utilizando un tornillo socket de 1/4" a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3" en la tuerca de 3/8" soldada al paral.

**Secciones de la empresa que participan en el proceso:**

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, troqueladora, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 44 minutos.

Precio de venta: \$75.150

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.6 Paral Autopol piso a pared.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a pared, su instalación es simple, tiene un disco perforado soldado a través de uno buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos al techo.

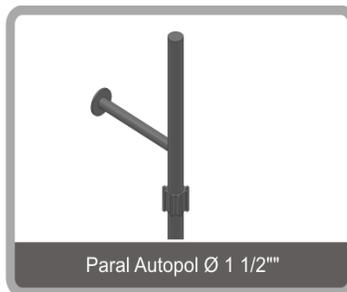
En su uso se utilizan mínimo dos unidades instalados uno al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto viene en una única referencia. Ver foto 17

**Foto 17. Paral Autopol piso a pared**



Fuente: Elaboración propia.

Construcción:

- Corte de tubería redonda 1 ½" a 237 cm.
- Corte de 2 discos 1 ½" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1" de 20 cm.
- Corte tubo redondo 7/8" de 15 cm.
- Corte disco 3" en lámina calibre 12.

- Soldadura del disco de 1 ½” en las dos bocas inferiores del tubo.
- Perforar el disco de 3” en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3” al tubo de 1 ¼” a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8” en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de ¼” en un extremo del tubo 1 1/4”.
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.
- Unir el tubo de 1 1/4” con el paral en la boca superior utilizando un tornillo socket de 1/4” a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3” en la tuerca de 3/8” soldada al paral.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno.

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Maquinas utilizadas: cortadora de disco, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 46 minutos.

Precio de venta: \$67.700

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.7 Paral Autopol piso a techo.** Este paral es utilizado para sistemas de exhibición básicos de anclaje a pared, su instalación es simple, tiene 1 disco perforado soldado a través de uno buje telescópico que con cuatro tornillos lámina avellanados número 12 y la utilización de un taladro queden fijos al techo.

En su uso se utilizan mínimo dos unidades instalados uno al lado del otro (de 60 a 100 cm de centro a centro de paral) y un máximo a decisión del cliente o determinado por la longitud de la pared.

Cada paral debe tener la capacidad de soportar 150 Kg. de carga representados en la mayoría de los casos de uso en ropa.

Las longitudes más solicitadas por los clientes es de 240 cm y 300 cm.

Este producto viene en una única referencia. Ver foto 18.

**Foto 18. Paral Autopol piso a techo**



Fuente: Elaboración propia.

**Construcción:**

- Corte de tubería redonda 1 ½" a 237cm
- Corte de un disco 1 ½" en lámina cal 18.
- Corte tubo redondo 1 1/4" de 20 cm.
- Corte disco 3" en lámina calibre 12.
- Soldadura del disco de 1 ½" en las dos bocas inferiores del tubo.
- Perforar el disco de 3" en cuatro puntos que luego servirán para el anclaje a pared.
- Soldar el disco de 3" al tubo de 1 ¼" a centro del disco.
- Soldar tuerca de 3/8" en la parte inferior del paral.
- Soldar tuerca de ¼" en un extremo del tubo 1 1/4".
- Pulir todas las piezas eliminando toda marca de soldadura.
- Pintar todas las piezas.
- Unir el tubo de 1 1/4" con el paral en la boca superior utilizando un tornillo socket de 1/4" a través de la tuerca soldada a este último tubo.
- Colocar nivelador estándar de aluminio de 3" en la tuerca de 3/8" soldada al paral.

**Secciones de la empresa que participan en el proceso:**

Cerrajería: corte metal, mecanizado metal, soldadura, pulido, pintura.

Ebanistería: ninguno

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, soldador MIG, pulidora, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 38 minutos.

Precio de venta: \$55.350

Utilidad que deja a la empresa: 15%.

**6.4.8 Panel SW.** Este panel, ver foto 19, es utilizado como el sistema de exhibición más básico de anclaje a la pared en el mercado. Se ancla directamente a la pared a través de ocho tornillos lámina avellanados No. 12 utilizando taladro manual.

Se puede utilizar de manera independiente o unir con más paneles uno al lado del otro. Cada panel debe soportar 150 Kg. de carga en cada ranura.

**Foto 19. Panel SW**



Fuente: Elaboración propia.

Construcción:

- Corte de lámina de MDF de 18 mm a 120 x 240 cm.
- Ruteado de la lámina de MDF cada 10 cm con fresa especial.
- Pulido de la pieza.
- Pintura de la pieza.
- Corte de perfiles de aluminio a 120 cm.
- Insertar perfiles de aluminio en las ranuras.

Secciones de la empresa que participan en el proceso:

Cerrajería: corte metal.

Ebanistería: corte madera, mecanizado madera, pulido, pintura.

Despacho y montaje: armado de piezas, logística y despachos, montaje.

Máquinas utilizadas: cortadora de disco, seccionadora CNC, centro de mecanizado  
Venture II, pulidoras, cabina de pintura.

Tiempo utilizado para producción: 45 minutos.

Precio de venta: \$458.707

Utilidad que deja a la empresa: 4.9%.

## 7. ELABORACIÓN DE UN PDS PARA CADA NUEVO PRODUCTO

Para la construcción de los PDS, la empresa genera los requerimientos y su correspondiente importancia.

En el cuadro 6, se puede observar el PDS del sistema cremallera SR

**Cuadro 6. PDS Sistema SR**

### SISTEMA SR

	Impor- tancia	Requerimiento	Métrica	Unidad	Valor	D/d	Actual
Funcionalidad	20	la cremallera debe soportar el peso de la mercancía	peso	kg	150>x<200	D	150 kg
	1	la cremallera debe desmontarse fácilmente	tiempo de ensamble	minutos	2 a 3	d	3 a 5
	5	las cremalleras deben facilitar compartir accesorios en la misma posición	ancho de troquelado	mm	>10	D	10
	18	la cremallera debe anclarse a pared	número de soportes de fijación	número	> 3	D	3
	15	la cremallera y sus componentes deben tener el mínimo de procesos	cantidad de procesos por componente	número	máximo 4	D	6
	16	la cremallera debe facilitar la producción a gran escala	cantidad de procesos automatiza-dos por componente	número	>1	D	0
Señales o Mantenimiento Costos indicativas	10	el sistema completo debe ser fácil de ensamblar y desensamblar	tiempo de ensamble	minutos	20 a 40	d	40 a 60
	11	la cremallera requiera poco mantenimiento	intervalos de manteni-miento	meses	cada 48	D	cada 48
	12	la cremallera tenga señales o indicaciones claras para el ensamble	cantidad de señales por función	número	1	d	0
	3	la cremallera sea económica	costo	pesos	<30,000	D	>30,000

Fuente: elaboración propia

D= demanda, d= deseo

En el cuadro 7, se puede observar el PDS del sistema de parales

**Cuadro 7. PDS Sistema Parales**

SISTEMA PARALES

S	Impor- tancia	Requerimiento	Métrica	Unidad	Valor	D/d	Actual
Funcionalidad	20	el paral debe soportar el peso de la mercancía	peso	kg	150>c<200	D	150 kg
	1	el paral debe desmontarse fácilmente	tiempo de ensamble	minutos	2 a 3	d	3 a 5
	5	los parales deben facilitar compartir accesorios en la misma posición	ancho de troquelado	mm	>10	D	10
	18	el paral debe anclarse a pared o a techo	número de soportes de fijación	número	> 1	D	2
	15	el paral y sus componentes deben tener el mínimo de procesos	cantidad de procesos por componente	número	máximo 4	D	6
	16	el paral debe facilitar la producción a gran escala	cantidad de procesos automatizados por componente	número	>1	D	0
Mantenimiento	10	el sistema completo debe ser fácil de ensamblar y desensamblar	tiempo de ensamble	minutos	20 a 40	d	40 a 60
	11	el paral requiera poco mantenimiento	intervalos de mantenimiento	meses	cada 48	D	cada 48
Señales indicativas	12	el paral tenga señales o indicaciones claras para el ensamble	cantidad de señales por función	Número	1	d	0
Costos	3	el paral sea económico	costo	Pesos	<80,000	D	>80,000

En el cuadro 8, se puede observar el PDS del sistema de paneles SW

**Cuadro 8. PDS Sistema SW**

SISTEMA SW							
	Impor- tancia	Requerimiento	Métrica	Unidad	Valor	D/d	Actual
<b>Funcionalidad</b>	20	el panel debe soportar el peso de la mercancía	peso	kg	150>c<200	D	150 kg
	1	el panel debe desmontarse fácilmente.	tiempo de ensamble	minutos	2 a 3	d	3 a 5
	18	el panel debe anclarse a pared	número de soportes de fijación	número	> 1	D	6
	15	el panel y sus componentes deben tener el mínimo de procesos	cantidad de procesos por componente	número	máximo 4	D	6
	16	el panel debe facilitar la producción a gran escala	cantidad de procesos automatizados por componente	número	>1	D	0
<b>Mantenimiento</b>	10	El sistema completo debe ser fácil de ensamblar y desensamblar	tiempo de ensamble	minutos	20 a 40	d	40 a 60
	11	el panel requiera poco mantenimiento	intervalos de mantenimiento	meses	cada 48	D	cada 48
<b>Señales indicativas</b>	12	el panel tenga señales o indicaciones claras para el ensamble	cantidad de señales por función	número	1	d	0
<b>Costos</b>	3	el panel sea económico	costo	pesos	<400,000	D	>400,000

## **8. REDISEÑO FUNCIONAL DE LAS PIEZAS BASADO EN LA DISMINUCIÓN DE PROCESOS, TIEMPOS DE PRODUCCIÓN, UTILIZACIÓN MÍNIMA DE MANO DE OBRA Y ESTANDARIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Basados en los análisis presentados en el anteproyecto, se sustenta que los procesos susceptibles a ser eliminados se concentran en el área de metalmecánica, especialmente el proceso de soldadura, el cual representa un problema de tiempo y dinero ya que allí surgen los contratiempos y demoras en la producción.

La mayor cantidad de retrasos en la entrega se ocasionan por demoras en esta sección. Como ya se explicó en el anteproyecto, la empresa ya tiene una infraestructura lo suficientemente grande en el área de soldadura, 25 equipos de soldadura Mig y 14 equipos de soldadura Tig, más cuatro equipos para soldadura de punto que no entraron en el análisis pues en la sección de alambre no se han presentado problemas. No hay la posibilidad de ampliar la capacidad en esta área, así que este trabajo se centrará en eliminar la soldadura en un alto porcentaje en los productos seleccionados.

El rediseño en cada producto se ejecutó de la siguiente manera:

### **8.1 REDISEÑO CREMALLERA SR**

La cremallera SR es el sistema de exhibición más simple y de mayor rotación debido a su bajo costo, sin embargo al comparar el precio con la competencia, la empresa la vende un 12% más costosa por lo que se pierden ventas. Además los tiempos de entrega no se cumplen por retrasos en el proceso, donde ya se identificó que es causa del área de soldadura. Por otro lado, los stocks no alcanzan a cubrir la demanda, pero por el espacio de bodega para el almacenaje no se puede aumentar la cantidad de stock.

**8.1.1 Análisis del producto.** Cada referencia de las cremalleras se fabrica en dos versiones, una con aletas y otra sin aletas. La versión sin aletas es para instalación simple a pared, la versión con aletas es para instalación a pared con complementos en el espaldar para cubrir las cremalleras.

A continuación, en la foto 20, se verá la diferencia:

**Foto 20. Cremallera simple a pared**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A.

Cremallera simple instalada a pared, en este sistema el fondo es la pared y los accesorios se anclan directamente a la cremallera mediante uñas en lámina calibre 12.

Otros ejemplos, los cuales se muestran en las fotos 21, 22, 23 y 24:

**Foto 21. Almacén Outlet Gef (Mayorca)**



**Foto 22. Almacén Santiagos (Pereira)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Foto 23. Almacén Vamos**



**Foto 24. Cremallera escondida (Punto Clave)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Cremallera instalada a pared, con paneles anclados a la misma para generar un espaldar a la exhibición y cubrir la cremallera dejando a la vista sólo el troquelado de la misma para el anclaje de los accesorios.

Algunos ejemplos, ver foto 25 y foto 26:

**Foto 25. Almacén Celio (Panamá)**



**Foto 26. Almacén Macedonia (Envigado)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Los requerimientos para el rediseño de la Cremallera SR son:

- Debe soportar 150 Kg. de carga.

- Debe anclarse a pared.
- En la referencia de Cremallera escondida, debe tener la posibilidad de anclar los paneles del espaldar en la misma cremallera sin ocultar el troquelado.
- Los paneles de la cremallera escondida deben poder desmontarse fácilmente sin necesidad de herramienta.
- El sistema de anclaje deberá garantizar corregir anomalías en la pared para dar buena plomada y nivel al sistema.
- Según el análisis realizado a los procesos y a la hoja de costos de este producto, debe procurarse eliminar la soldadura del plan de producción de este producto. Ver cuadro 9.

### Cuadro 9. Hoja costos Cremallera actual

COSTO MATERIAL							
Código	Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad	Fecha	Precio	Total
40-18-1	Lámina HR cal.12 (formato 122x244 cm), aceit	0,126	0,04	Unidad	01-Ene-09	135.700	5.936,9
0,00	Servicio corte lámina cal.12		1,00	Unidad	01-Ene-09	1.000	1.000,0
0,00	Servicio doblez lámina cal.12		2,00	Unidad	01-Ene-09	1.000	2.000,0
	Chapeta de 1/8"x1 1/2"x3,5 cm		4,00			185	738,2
42-1-8	Pintura polvo aluminio corzario	0,252	0,04	Kilo	01-Ene-09	24.000	864,0

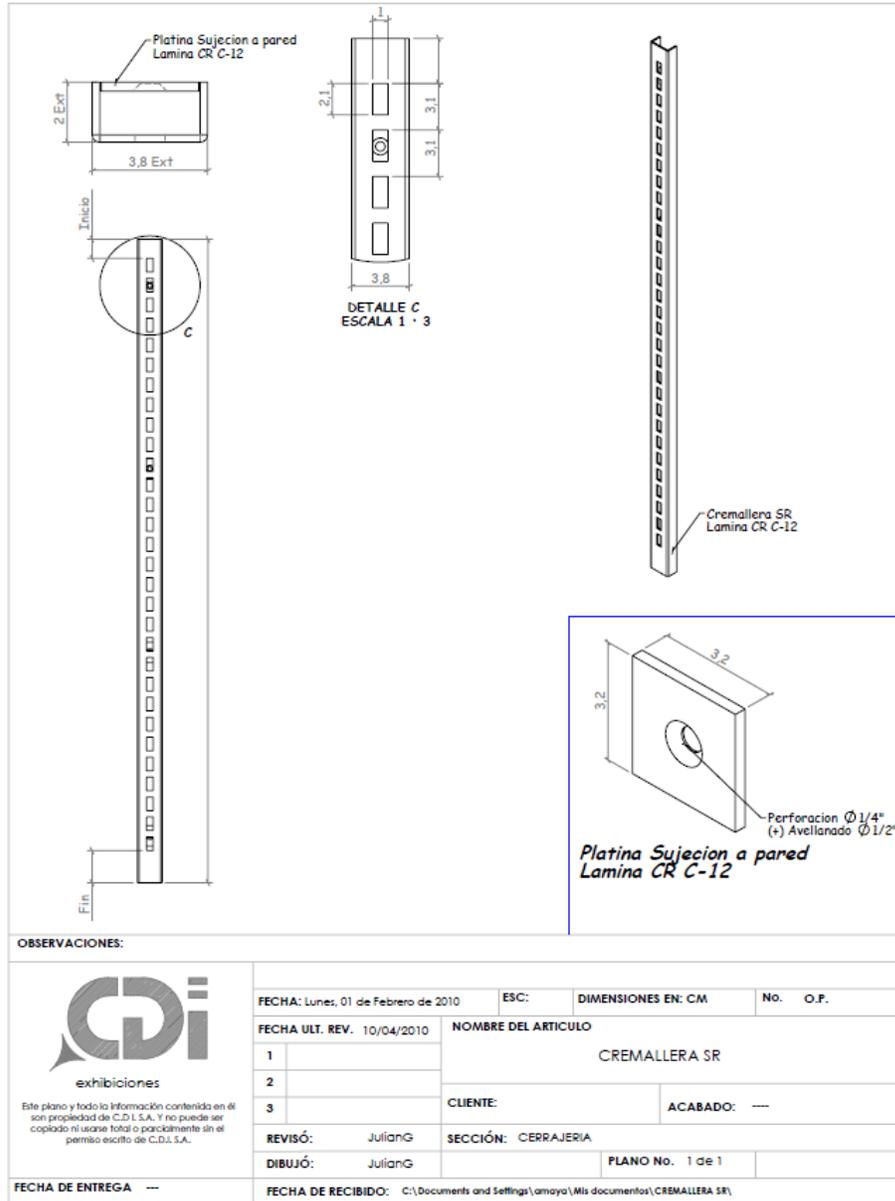
### COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

SECCIÓN	TIEMPO FABRICAC	ASA DE APLICACIÓ	TOTAL CIF
EBANISTERÍA	<b>0,00</b>	<b>130,80</b>	<b>0,00</b>
CERRAJERÍA	<b>10,74</b>	<b>177,95</b>	<b>1.911,22</b>
ALAMBRE	<b>0,00</b>	<b>191,99</b>	<b>0,00</b>
PINTURA METAL	<b>5,77</b>	<b>182,37</b>	<b>1.052,53</b>
ENSAMBLE	<b>5,00</b>	<b>138,73</b>	<b>693,67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>21,51</b>		<b>3.657,42</b>



- Soldadura (debe eliminarse)
- Pulido
- Pintura

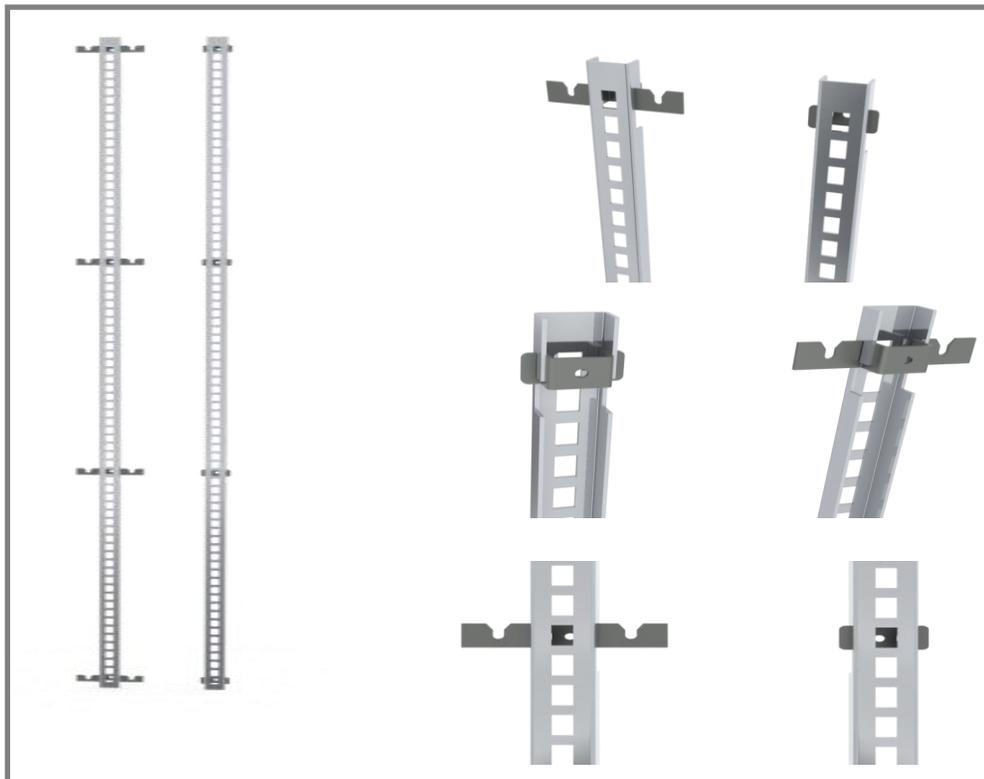
**Figura 4. Plano cremallera SR actual**



Fuente: Elaboración propia

**8.1.2 Propuesta de diseño.** Pensando en la eliminación de la soldadura y la utilización óptima de los procesos, se procede a la siguiente propuesta, que fue aprobada desde su idea por la empresa, por lo que sólo se realizó una alternativa. Dicha propuesta se ilustra en la foto 27.

**Foto 27. Propuesta de diseño**



Fuente: Elaboración propia

La propuesta consiste en unificar una sola referencia de cremallera sin sistema de anclaje, esto ayudará a tener una sola bodega de stock unificada para las dos referencias, en otras palabras, se eliminaría una referencia y al no soldar ningún componente, se haría una ranura desde el proceso de punzonado para que al doblar se convierta en una uña para el sistema de anclaje, de esta manera, el sistema de anclaje que quedaría independiente, será el encargado de marcar la diferencia para las dos opciones de exhibición, cremallera simple a pared y cremallera escondida.

En la foto 28, se puede observar la cremallera SR rediseñada. Los soportes de esta cremallera, se muestran en la foto 29 (escondida) y la foto 30 (a pared).

**Foto 28. Cremallera SR rediseñada**



**Foto 29. Soporte 2**



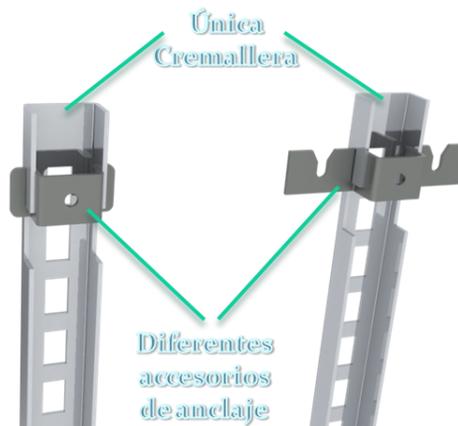
**Foto 30. Soporte 1**



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, si se va a utilizar el sistema de cremallera a pared, deberá utilizar una cremallera M y cuatro soportes 1. Si se va a utilizar el sistema de cremallera escondida, utilizará la misma cremallera M y cuatro soportes 2.

**Foto 31. Comparativo cremallera rediseñada**



Fuente: Elaboración propia

La foto 31, lado izquierdo, muestra la cremallera a pared, el lado derecho, muestra la cremallera escondida.

### **8.1.3 Ventajas del rediseño**

- No requiere soldadura.
- Aumenta el grado de precisión para el ensamble.
- Disminuye el tiempo de producción.
- Utilización de una sola cremallera tanto para sistema básico como para sistema de cremallera escondida (sólo cambian los accesorios de anclaje). Posibilidad de mantener inventario abundante pues ya sólo se usaría una referencia.
- Disminución de los costos.
- Facilidad para el desmontaje y mantenimiento.
- Fácil migración de un sistema a otro con poca inversión.

## **8.2 REDISEÑO PARALES**

**8.2.1 Análisis del producto.** El sistema de parales tiene cuatro líneas de producto: parales SR, parales GTD, parales Autopol y parales JC. Cada uno de ellos en dos referencias, dos tipos de anclaje cada referencia y vienen en dos geometrías.

### **8.2.1.1 Paral SR.** Referencias:

- Troquelado por el frente
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared
- Troquelado por detrás
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared

Cada uno de estos tipos de parales puede fabricarse en tubería cuadrada o redonda, lo que duplica la cantidad de referencias.

#### **8.2.1.2 Paral GTD.** Referencias:

- Troquelado por el frente
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared
- Troquelado por detrás
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared

Cada uno de estos tipos de parales puede fabricarse en tubería redonda o rectangular, lo que duplica la cantidad de referencias.

#### **8.2.1.3 Paral Autopol.** Referencias:

- Anclaje piso pared
- Anclaje piso techo

Estos parales sólo se fabrican en tubería redonda de 1 ½”.

#### **8.2.1.4 Paral JC.** Referencias:

- Anclaje piso pared
- Anclaje piso techo

Cada uno de estos tipos de parales puede fabricarse en tubería redonda, cuadrada o rectangular, lo que duplica la cantidad de referencias.

A continuación, en las fotos 32, 33, 34, 35 y 36, veremos algunos ejemplos:

**Foto 32. Paral JC piso pared (Almacén Virtual Collections)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Foto 33. Paral SR troquelado por detrás (Almacén Tania)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Foto 34. Paral autopol piso – techo (Almacén Bus)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Foto 35. Paral autopol piso – pared (Almacén Incanto)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Foto 36. Paral SR troquelado por el frente – piso pared (Almacén Zabas)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Los requerimientos para el rediseño de los parales son:

- Debe soportar 150 Kg. de carga.
- Debe anclarse a pared y a techo dependiendo de su aplicación.
- El sistema de anclaje deberá garantizar corregir anomalías en la pared para dar buena plomada y nivel al sistema.
- Según el análisis realizado a los procesos y a la hoja de costos de este producto, debe procurarse eliminar la soldadura del plan de producción.



## Cuadro 10. (Continuación)

### PLANTILLA DE COTIZACIÓN CDI EXHIBICIONES

DESCRIPCIÓN PRODUCTO: PARAL CUADRADO SR PISO TECHO  
 CÓDIGO  
 DIMENSIONES 200 CM

NÚMERO COTIZACIÓN  
 FECHA  
 CLIENTE

#### COSTO MATERIAL

Código	Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad	Fecha	Precio	Total
40-19	Tubo cuadrado 1 1/2" cal.16 (long.6 m)	2,0	0,33	Unidad	01-Ene-09	32.216	10.738,7
42-18	Pintura polvo aluminio corzaio	0,357	0,05	Kilo	01-Ene-09	24.000	1.224,1
40-15-3	Platina 1/2"x1 1/2"x8m	0,15	0,03	Unidad	01-Ene-09	11.970	299,3
40-19-10	Lámina CR cal.16 (formato 122x244 cm)	0,0204	0,01	Unidad	01-Ene-09	77.110	546,2
	Tapa 1 1/2		1,00			500	500,0
40-29-68	Nivelador aluminio 3"x25 mm fundición perf		1,00	Unidad	05-Mar-09	3.500	3.500,0
46-1-69	Tuerca hexágona 3/8" galv		1,00	Unidad	27-Ago-08	36	36,0
0,00	Servicio corte lámina cal.16		1,00	Unidad	01-Ene-08	350	350,0
0,00	Servicio corte lámina cal.16		2,00	Unidad	01-Ene-08	350	700,0
<b>TOTAL</b>							<b>17.894,2</b>

#### COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

SECCIÓN	TIEMPO FABRICAC	ASA DE APLICACIÓ	TOTAL CIF
EBANISTERÍA	0,00	130,80	0,00
CERRAJERÍA	22,87	177,95	4.069,80
ALAMBRE	0,00	191,99	0,00
PINTURA METAL	8,18	182,37	1.491,21
ENSAMBLE	10,00	138,73	1.387,34
<b>TOTAL</b>	<b>41,05</b>		<b>6.948,35</b>

#### TABLA RESUMEN

TOTAL MATERIAL DIRECTO	<b>19.684</b>	60,3%
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA	<b>4.466</b>	13,7%
TOTAL CIF	<b>6.948</b>	21,3%
PIEZAS Y/O SERVICIOS EXTERNOS	<b>0</b>	0,0%
<b>TOTAL COSTO FABRICACIÓN</b>	<b>31.098</b>	
MATERIAL DE EMPAQUE	<b>0</b>	0,0%
% IMPREVISTOS 5,0%	<b>1.595</b>	4,8%
% MARGEN SOBRE PIEZAS Y/O: 15,0%	<b>0</b>	0,0%
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>32.652</b>	
TRANSPORTE	<b>0</b>	
INSTALACIÓN	<b>0</b>	
% GASTOS ADMIN Y VENTAS 14,0%	<b>6.439</b>	
% UTILIDAD 15,0%		
% DESCUENTO 0,0%	<b>0</b>	
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>45.989</b>	148%

UTILIDAD NETA **6.898** 15,0%

#### COSTO MANO DE OBRA DIRECTA

EBANISTERÍA				CERRAJERÍA				ALAMBRE				PINTURA				ENSAMBLE				
Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	
				OC01	Cortar platina	1,00	0,22	25				OP01	Lavar	0,36	3,57	348	#N/A	TOTAL	10,00	1.172
				OC02	Cortar tubería 1	1,00	0,89	99,23				OP02	Aplicar pintura	0,36	4,05	395,11				
				OC06	Esmertilar	4,00	1,32	147,17				OP03	Secado en horn	0,36	0,56	0				
				OC15	Troquelar	40,00	8,80	381,16												
				OC13	Soldar MIG N3	7,00	8,40	936,56												
				OC08	Pulir	7,00	2,24	249,75												
				OC07	Perforar	2,00	1,00	111,50												
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>		<b>22,87</b>	<b>2.550</b>	<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Total</b>		<b>8,18</b>	<b>744</b>	<b>Total</b>		<b>10,00</b>	<b>1.172</b>	

Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Cuadro 10. (Continuación)**

**PLANTILLA DE COTIZACIÓN CDI EXHIBICIONES**

DESCRIPCIÓN PRODUCTO: PARAL JC PISO TECHO  
 CÓDIGO  
 DIMENSIONES: 200 CM

NÚMERO COTIZACIÓN  
 FECHA  
 CLIENTE

**COSTO MATERIAL**

Código	Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad	Fecha	Precio	Total
40-7-23	Tubo redondo 1 3/8" cal.16 (long. 6 m)	2,0	0,33	Unidad	01-Ene-09	34.700	11.566,7
42-1-8	Pintura polvo aluminio corzaio	0,3606	0,05	Kilo	01-Ene-09	24.000	1.238,5
0,00	Disco 3", lamina 1/8"		1,00	Unidad	27-Jun-07	2.750	2.750,0
40-7-16	Tubo redondo 1 3/4" cal.16 (long. 6 m)	0,25	0,04	Unidad	01-Ene-09	30.250	1.260,4
40-29-68	Nivelador aluminio 3"x25 mm fundición perf.		1,00	Unidad	05-Mar-09	3.500	3.500,0
	Buje acople nivelador		1,00			5.500	5.500,0
<b>TOTAL</b>							<b>25.813,6</b>

**COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN**

SECCIÓN	TIEMPO FABRICAC	ASA DE APLICACIÓ	TOTAL CIF
EBANISTERÍA	0,00	130,80	0,00
CERRAJERÍA	24,60	177,95	4.377,66
ALAMBRE	0,00	191,39	0,00
PINTURA METAL	8,26	182,37	1.506,31
ENSAMBLE	10,00	138,73	1.387,34
<b>TOTAL</b>	<b>42,86</b>		<b>7.271,31</b>

**TABLA RESUMEN**

TOTAL MATERIAL DIRECTO	28.395	67,1%
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA	4.666	11,0%
TOTAL CIF	7.271	17,2%
PIEZAS Y/O SERVICIOS EXTERNOS	0	0,0%
TOTAL COSTO FABRICACIÓN	40.332	
MATERIAL DE EMPAQUE	0	0,0%
% IMPREVISTOS	5,0%	2.017
% MARGEN SOBRE PIEZAS Y/O:	15,0%	0
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>42.349</b>	
TRANSPORTE	0	
INSTALACIÓN	0	
% GASTOS ADMIN Y VENTAS	14,0%	8.350
% UTILIDAD	15,0%	
% DESCUENTO	0,0%	0
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>59.646</b>	143%

UTILIDAD NETA **8.947** 15,0%

**COSTO MANO DE OBRA DIRECTA**

EBANISTERÍA				CERRAJERÍA				ALAMBRE				PINTURA				ENSAMBLE				
Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	
				OC02	Cortar tubería 1	2,00	1,78	198				OP01	Lavar	0,36	3,61	352	#N/A	TOTAL	10,00	1.172
				OC06	Esmillar	4,00	1,32	147,17				OP02	Aplicar pintura	0,36	4,09	399,11				
				OC07	Perforar	35,00	17,50	1.951				OP03	Secado en horn	0,36	0,56	0				
				OC10	Soldar MIG tap	2,00	0,72	80,28												
				OC11	Soldar MIG NI	4,00	2,00	222,99												
				OC08	Pulir	4,00	1,28	142,71												
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>		<b>24,60</b>	<b>2.743</b>	<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Total</b>		<b>8,26</b>	<b>751</b>	<b>Total</b>		<b>10,00</b>	<b>1.172</b>	

Fuente: CDI Exhibiciones S.A

**Cuadro 10. (Continuación)**

**PLANTILLA DE COTIZACIÓN CDI EXHIBICIONES**

DESCRIPCIÓN PRODUCTO: PARAL JC PISO PARED, ACABADO CROMO  
 CÓDIGO  
 DIMENSIONES: 200 CM

NÚMERO COTIZACIÓN  
 FECHA  
 CLIENTE

**COSTO MATERIAL**

Código	Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad	Fecha	Precio	Total
40-7-23	Tubo redondo 1 3/4" cal.18 (long: 6 m)	2,0	0,33	Unidad	01-Ene-09	34.700	11.566,7
0,00	Disco 2 1/2", lamina 1/8"		2,00	Unidad	01-Ene-09	2.750	5.500,0
40-7-7	Tubo redondo 1" cal.18 (long: 6 m)	0,2	0,03	Unidad	01-Ene-09	14.314	477,1
40-7-6	Tubo redondo 7/8" cal.18 (long: 6 m)	0,15	0,03	Unidad	01-Ene-09	12.438	311,0
40-29-68	Nivelador aluminio 3"x25 mm fundición perf		1,00	Unidad	05-Mar-09	3.500	3.500,0
46-114	Tornillo Pisionero 1/4"x1/2"		1,00	Unidad	16-Feb-09	54	54,0
46-162	Tuerca hexágona 1/4" cruda		1,00	Unidad	10-Nov-08	16	16,0
	Buje acople nivelador		1,00			5.500	5.500,0
40-30-3	Tapa escudo grande 7,5x4,5		1,00	Unidad	01-Ene-08	1.200	1.200,0
0,00	Servicio cromo tubo redondo 1 3/4"		2,30	Mt línea	01-Ene-09	11.499	26.448,6
0,00	Servicio cromo tubo redondo 1"		0,23	Mt línea	01-Ene-09	5.750	1.322,4
0,00	Servicio cromo tubo redondo 7/8"		0,15	Mt línea	01-Ene-09	5.031	754,7
0,00	Servicio cromo tapa escudo		1,00	Unidad	01-Ene-09	1.100	1.100,0
<b>TOTAL</b>							<b>57.750,5</b>

**COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN**

SECCIÓN	TIEMPO FABRICAC	ASA DE APLICACIÓ	TOTAL CIF
EBANISTERÍA	<b>0,00</b>	<b>130,80</b>	<b>0,00</b>
CERRAJERÍA	<b>35,17</b>	<b>177,95</b>	<b>6.258,63</b>
ALAMBRE	<b>0,00</b>	<b>191,39</b>	<b>0,00</b>
PINTURA METAL	<b>0,00</b>	<b>182,37</b>	<b>0,00</b>
ENSAMBLE	<b>10,00</b>	<b>138,73</b>	<b>1.387,34</b>
<b>TOTAL</b>	<b>45,17</b>		<b>7.645,97</b>

**TABLA RESUMEN**

TOTAL MATERIAL DIRECTO	<b>63.526</b>	79,3%
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA	<b>5.093</b>	6,4%
TOTAL CIF	<b>7.646</b>	9,5%
PIEZAS Y/O SERVICIOS EXTERNOS	<b>0</b>	0,0%
TOTAL COSTO FABRICACIÓN	<b>76.265</b>	
MATERIAL DE EMPAQUE	<b>0</b>	0,0%
% IMPREVISTOS	5,0%	<b>3.813</b> 4,8%
% MARGEN SOBRE PIEZAS Y/O:	15,0%	<b>0</b> 0,0%
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>80.078</b>	
TRANSPORTE	<b>0</b>	
INSTALACIÓN	<b>0</b>	
% GASTOS ADMON Y VENTAS	14,0%	<b>15.790</b>
% UTILIDAD	15,0%	
% DESCUENTO	0,0%	<b>0</b>
PRECIO DE VENTA		<b>112.786</b> 148%

UTILIDAD NETA **16.918** 15,0%

**COSTO MANO DE OBRA DIRECTA**

EBANISTERÍA				106,04				CERRAJERÍA				111,50				ALAMBRE				104,67				PINTURA				97,59				ENSAMBLE				117,22			
Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor	Código	Proceso	T (min)	Valor								
				OC02	Cortar tubería 1	3,00	2,87	298																															
				OC06	Esmerillar	6,00	1,98	220,76																															
				OC07	Perforar	35,00	17,50	1.951																															
				OC10	Soldar MIG tap	2,00	0,72	80,28																															
				OC11	Soldar MIG NI	15,00	7,50	836,21																															
				OC08	Pulir	15,00	4,80	535,18																															
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>		<b>35,17</b>	<b>3.921</b>	<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>		<b>10,00</b>	<b>1.172</b>																

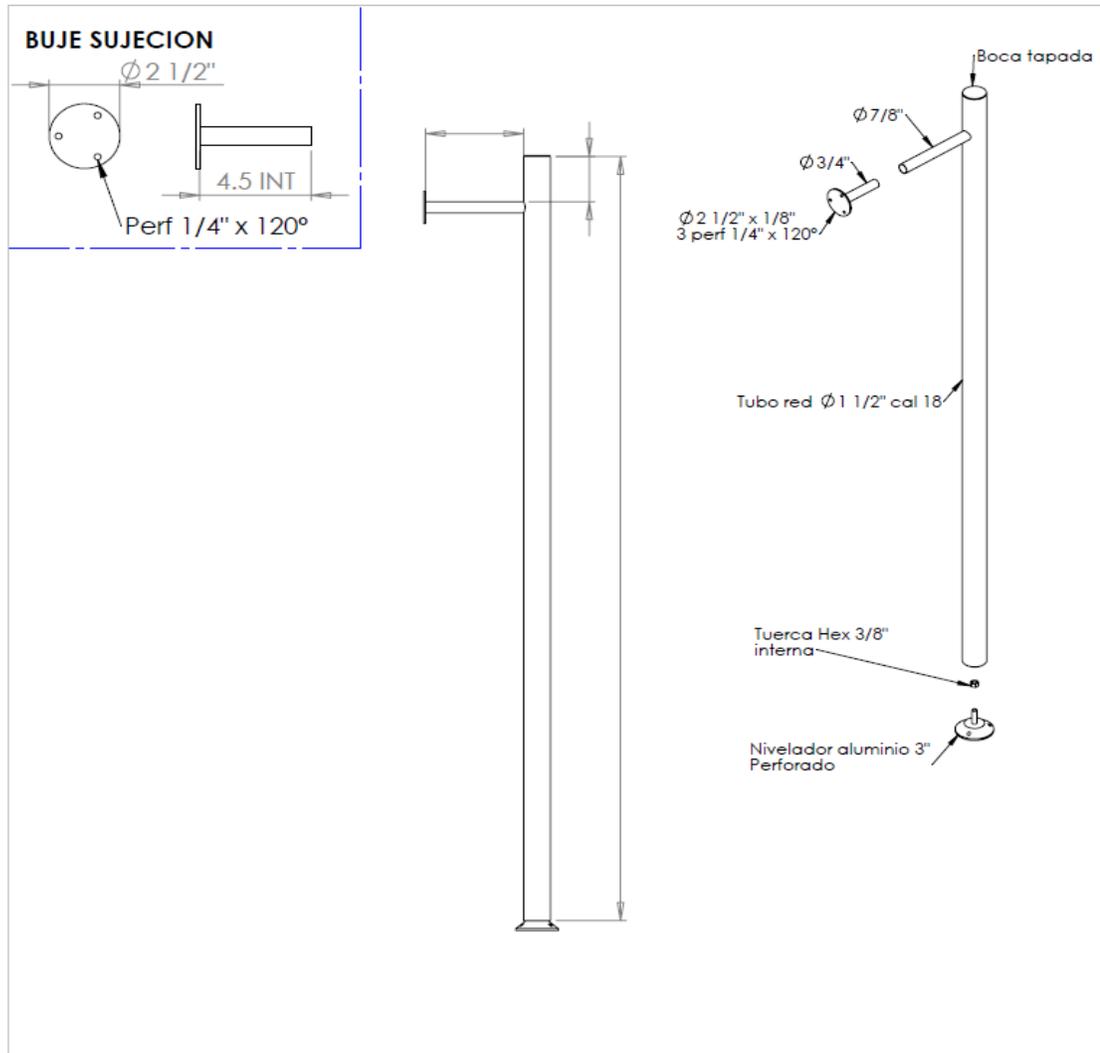
Fuente: CDI Exhibiciones S.A





A continuación, en la figura 5, se muestra el plano del paral actual

**Figura 5. Plano paral actual**



OBSERVACIONES:



Este plano y toda la información contenida en él son propiedad de C.D.I. S.A. Y no puede ser copiado ni usarse total o parcialmente sin el permiso escrito de C.D.I. S.A.

 Este plano y toda la información contenida en él son propiedad de C.D.I. S.A. Y no puede ser copiado ni usarse total o parcialmente sin el permiso escrito de C.D.I. S.A.	FECHA: 16/08/2007	ESC:	DIMENSIONES EN: CM	No. O.P.
	FECHA ULT. REV.	NOMBRE DEL ARTICULO		
	1	----		
	2			
3	CLIENTE: ---	ACABADO: ---		
REVISÓ: W.D.	SECCIÓN: --			
DIBUJÓ: JGS		PLANO No. 01		
FECHA DE ENTREGA ---	FECHA DE RECIBIDO:			

Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Todos los parales tienen la misma forma de construcción, el mismo plano y los mismos componentes. Un buje de sujeción soldado, un tubo de 7/8" soldado al paral, bocas tapadas con discos soldados y luego exigen un pulido.

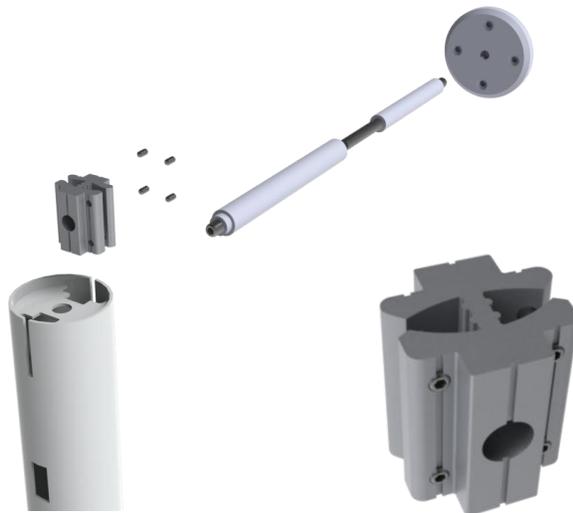
Se diferencian en la geometría y dimensiones del paral y en el sentido o paso del troquelado.

**8.2.2 Propuesta de diseño.** De las propuestas presentadas se escogió una que cumplía con todas las condiciones y requisitos del PDS, además unificó un solo desarrollo que mejoró todos los sistemas de parales de la empresa, haciendo que la inversión para el desarrollo de los nuevos componentes fuera visto de manera económica, pues serviría para mejorar todos y cada uno de los productos de parales.

Cuando se analizaron los planos, se identificó que el sistema de anclaje a pared era el elemento en común y era el elemento que hacía diferenciar los parales, además de que era el único elemento soldado al producto.

Todo el trabajo de rediseño se centró en ese componente y dio el siguiente resultado:

**Foto 37. Nuevo sistema de fijación a pared**



Fuente: Elaboración Propia.

En la foto 37, se muestra el nuevo sistema de fijación a la pared es independiente al paral, se une a través de una pieza extruida en aluminio diseñada para que su geometría se adapte a todas las geometrías y diámetros utilizados en la construcción de los diferentes parales.

De esta manera, existiría un único dispositivo de fijación a pared independiente para utilizarlo con cualquier paral.

Esta no es la única ventaja del sistema, a los parales se les realizará dos ranuras en la parte superior, una en el frente y la otra en la parte posterior. Ver foto 38. Esto implica que como el sistema de anclaje es independiente, se podría instalar en cualquiera de las dos caras, lo que reduce a la mitad el número de referencias de los parales. Esto se debe a que ya solo tendría una referencia de paral por cada versión. Simplemente para utilizarlo troquelado por delante o por detrás, el cambio lo hace es el sentido en el que se ancle el soporte.

**Foto 38. Referencias parales troquelados**



Fuente: Elaboración Propia.

Otro cambio significativo que reduce un proceso, es que la tapa superior, la cual ya debe tener una geometría especial que permita el paso del soporte, ya no se solda a tope para

tapar la boca del paral, sino que se propone soldarlo 5 mm al interior del tubo, esto con el fin de no tener que pulir la soldadura y eliminar también ese proceso.

En la foto 39, se muestra las diferentes geometrías del paral SR rediseñado.

**Foto 39. Paral SR piso pared rediseñado**



Fuente: Elaboración Propia.

En la foto 40, se observa el sistema telescópico del paral SR rediseñado.

**Foto 40. Sistema telescópico**



Fuente: Elaboración Propia.

### **8.2.3 Ventajas del rediseño**

- Reducción de puntos de soldadura.
- Aumenta el grado de precisión para el ensamble.

- Disminuye el tiempo de producción.
- Utilización de un solo paral para las variaciones de troquelado en el frente o en la parte posterior.
- Posibilidad de mantener inventario abundante pues ya solo se usaría una referencia.
- Disminución de los costos.
- Facilidad para el desmontaje y mantenimiento.
- Fácil migración de un sistema a otro con poca inversión.
- Utilización de piezas estándar para el ensamble.
- El mismo sistema de anclaje a pared para las diferentes variaciones y diferentes referencias y geometrías de paral.
- Mejoras estéticas al producto.
- Más funcionalidad.
- Eliminación del proceso de pulido en su totalidad.

### **8.3 REDISEÑO PANELES SW**

**8.3.1 Análisis del producto.** El sistema SW está compuesto por paneles en MDF ruteados cada 10 cm con una ranura especial que alberga un perfil de aluminio extruido del cual se descuelgan accesorios para la exhibición de prendas, accesorios o cualquier tipo de producto que no debe superar los 100 Kg.

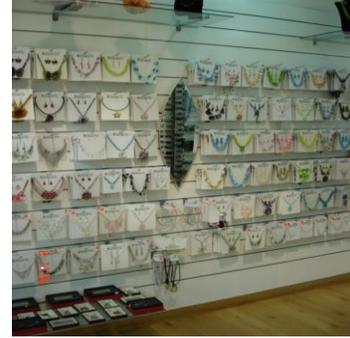
Generalmente estos paneles se instalan uno al lado del otro sin dejar tolerancia y deben quedar alineados para poder compartir accesorios y para que las líneas del ranurado se vean alineadas y estéticas.

El problema de este sistema se centra en la forma de instalación a pared y en el costo, pues en el mercado internacional que la empresa está atacando se encuentran paneles con las mismas características hasta cinco veces más económicas.

**Foto 41. Almacén Locker (El Tesoro)**



**Foto 42. Almacén Feelgood (El Tesoro)**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Los requerimientos para el rediseño de los paneles son:

- Debe soportar 200 Kg. de carga por ranura.
- Debe anclarse a pared.
- El sistema de anclaje deberá garantizar corregir anomalías en la pared para dar buena plomada y nivel al sistema.
- Según el análisis realizado a los procesos y a la hoja de costos de este producto, deberá buscarse alternativas para disminuir el precio final de venta y poder competir en otros mercados.

## HOJA DE COSTOS DEL PRODUCTO

Ver cuadro 11 para los costos actuales del panel SW

**Cuadro 11. Hoja costos Panel SW actual**

### COSTO MATERIAL

Código	Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad	Fecha	Precio	Total
41-1-7	MDF 18 mm (Formato 183x244 cm)	2,4	0,67	Unidad	01-Ene-09	121.486	80.990,8
40-14-1	Perfil SW CDI001x 6m	31,2		Unidad	01-Ene-09	29.892	0,0
42-3-1	Base blanca 11844	4,8	0,44	Galón	01-Ene-09	28.266	12.334,3
42-2-9	Pintulaca entonada	2,4	0,17	Galón	01-Ene-09	68.966	11.822,7
<b>TOTAL</b>							<b>105.147,8</b>

### COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

SECCIÓN	TIEMPO FABRICAC	ASA DE APLICACIÓ	TOTAL CIF
EBANISTERÍA	<b>244,13</b>	<b>130,80</b>	<b>31.932,18</b>
CERRAJERÍA	<b>11,57</b>	<b>177,95</b>	<b>2.058,92</b>
ALAMBRE	<b>0,00</b>	<b>191,99</b>	<b>0,00</b>
PINTURA METAL	<b>0,00</b>	<b>182,37</b>	<b>0,00</b>
ENSAMBLE	<b>22,28</b>	<b>138,73</b>	<b>3.091,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>277,98</b>		<b>37.082,10</b>

### TABLA RESUMEN

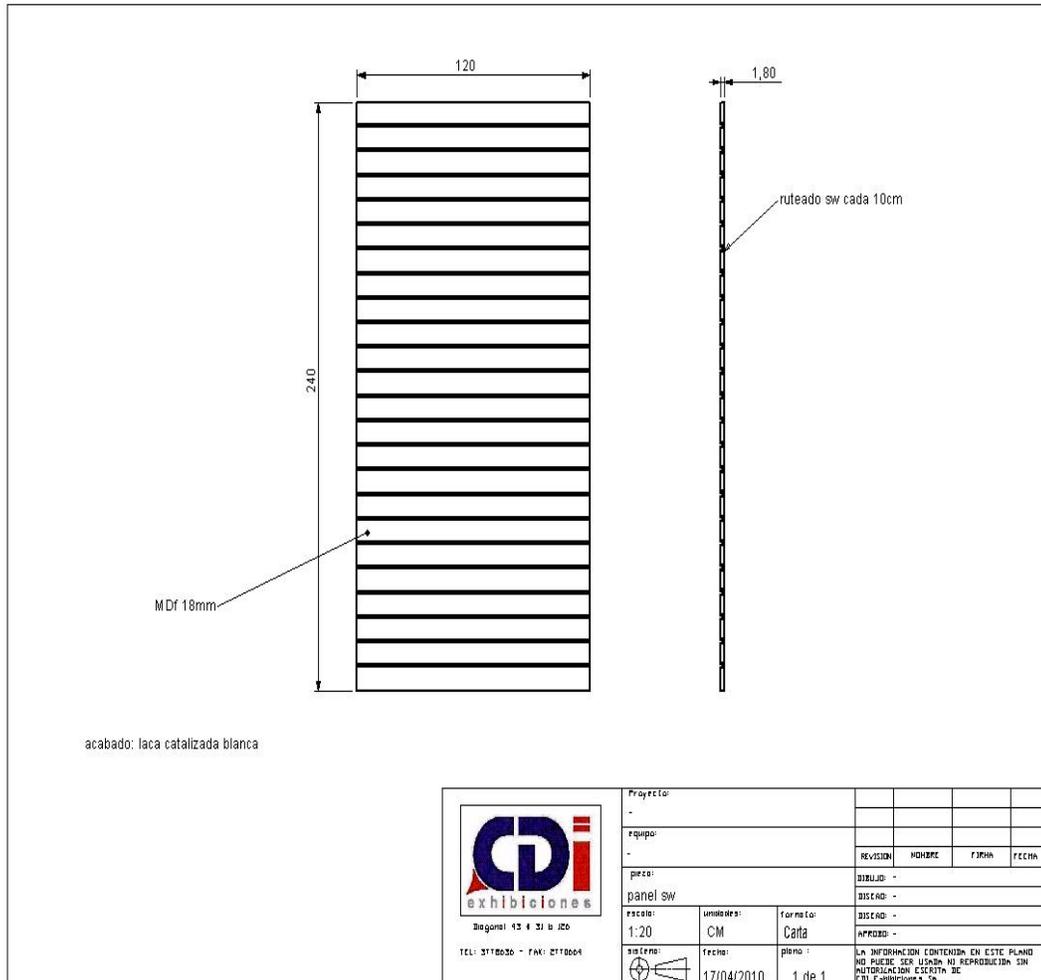
TOTAL MATERIAL DIRECTO		<b>105.148</b>	25,4%
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA		<b>29.789</b>	7,2%
TOTAL CIF		<b>37.082</b>	9,0%
PIEZAS Y/O SERVICIOS EXTERNOS		<b>194.298</b>	47,0%
TOTAL COSTO FABRICACIÓN		<b>366.317</b>	
MATERIAL DE EMPAQUE		<b>0</b>	0,0%
¿ IMPREVISTOS	5,0%	<b>18.316</b>	4,4%
¿ MARGEN SOBRE PIEZAS Y/O:	15,0%	<b>29.145</b>	7,0%
COSTO TOTAL		<b>413.778</b>	
TRANSPORTE		<b>0</b>	
INSTALACIÓN		<b>0</b>	
¿ GASTOS ADMON Y VENTAS	14,0%	<b>68.813</b>	
¿ UTILIDAD	15,0%		
¿ DESCUENTO	0,0%	<b>0</b>	
PRECIO DE VENTA		<b>491.520</b>	134%

UTILIDAD NETA **8.930** 1,8%



En la figura 6, se observa el plano del panel SW actual

**Figura 6. Plano panel SW actual**



Fuente: CDI Exhibiciones S.A

Los paneles SW sólo tienen una forma de construcción y una única geometría, así que el rediseño de este producto se basó en los siguientes aspectos:

- Sistema de anclaje
- Material del panel
- Material del perfil

**8.3.2 Propuesta de diseño.** Pensando en mejorar el sistema de anclaje, se diseñó un sistema de perfiles en Z doblados en lámina calibre 12 que permita anclar de manera cómoda el panel a la pared, que adicionalmente permita nivelar las ranuras y el nivel del panel y elimine los problemas de deformación en las paredes. Ver foto 43.

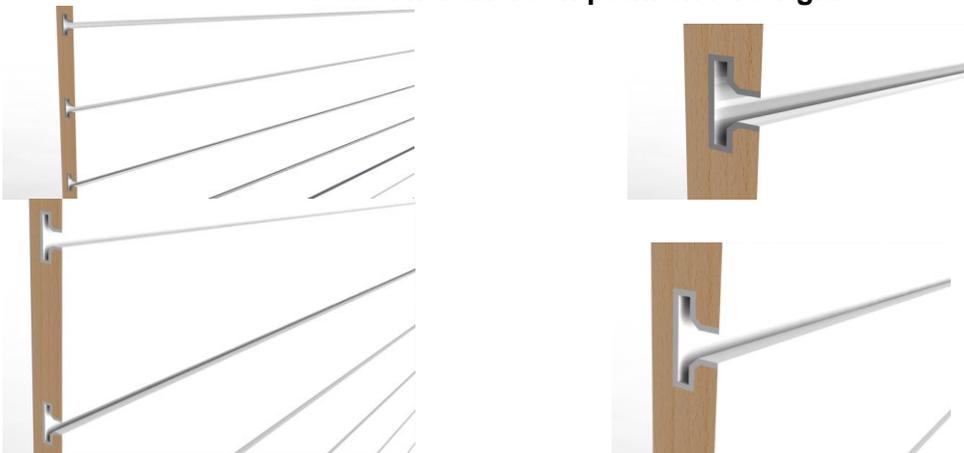
**Foto 43. Anclaje Panel SW**



Fuente: Elaboración propia.

Analizando los pesos que se deben soportar, se determina que para algunas aplicaciones específicas en sectores de comercio de bajo perfil, se requería de un panel más económico y con la posibilidad de ser menos estético, por lo que se plantea la posibilidad de comercializarlo sin perfil y surge una tercera versión, un 70% más económica al precio anterior. Ver fotos 44 y 45 donde se muestran los panales con y sin perfil

**Foto 44. Panel con perfil en PVC rígido**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 45. Panel sin perfil**



Fuente: Elaboración propia.

### **8.3.3 Ventajas del rediseño**

- Queda dilatado de la pared, permitiendo iluminación indirecta y corrección de barrigas en las paredes.
- Fácil desmontar para mantenimiento.
- Nivelación del sistema desde el herraje sin deteriorar el panel.
- Disminución de costo.

## 9. ANÁLISIS DE FUNCIONES DE LOS OBJETOS REDISEÑADOS

### 9.1 ANÁLISIS SISTEMA CREMALLERA SR

Armado del sistema e instalación:

En la cremallera escondida, los paneles se descargarán sobre los soportes 2, cada panel necesitará tener un refuerzo en MDF de 6 mm en la parte posterior para incrustarle tuercas de 1/4" que servirán para que al colocar tornillos button de 1/4 "x 3/4", éstos sirvan de tope al descolgarlos en el soporte. Ver foto 46.

**Foto 46. Detalle de instalación**



Fuente: Elaboración propia.

Las perforaciones en el panel se harán por CNC en la Venture II ya mencionada anteriormente y las piezas de la cremallera elaboradas en la punzonadora y dobladas en la CNC, garantizarán la precisión necesaria para el armado y funcionamiento.

En la foto 47 se aprecia el sistema de cremallera escondida armada.

**Foto 47. Sistema cremallera escondida**



Fuente: Elaboración propia.

La separación que le dan los soportes de fijación garantizan que los sobresaltos de las paredes no interrumpen la continuidad y linealidad del sistema, pues las llamadas barrigas de las paredes que causa el revoque de las mismas, no superan normalmente los 2 cm de altura y estos soportes aíslan los paneles 3 cm de la pared.

La cremallera SR a pared se instalaría con la misma ventaja de los soportes que la dilatarían de la pared, corrigiendo problemas de montaje y visual, y estéticamente se verían sin mucha novedad comparando con la versión anterior. Ver foto 48.

**Foto 48. Cremallera simple**



Fuente: Elaboración propia.

A la vista, la única diferencia sería que el soporte de anclaje se vería saliendo 6 mm a lado y lado de la cremallera, pero las mejoras funcionales son mucho más significativas. Ver detalle de dilatación en la foto 49.

**Foto 49. Detalle dilatación**



Fuente: Elaboración propia.

## **9.2 ANÁLISIS SISTEMA PARALES**

Para iniciar el análisis, listaremos inicialmente la reducción en el número de referencias a mantener en stock para seguir vendiendo la misma variedad de productos y versiones.

### **9.2.1 Paral SR. Referencias anteriores:**

- Troquelado por el frente
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared
- Troquelado por detrás
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared

### **Referencias después del rediseño:**

- Paral SR (única referencia)
- Sistema anclaje piso pared
- Sistema anclaje piso techo

Se pasa de tener cuatro referencias de parales a una sola referencia y a dos dispositivos de anclaje, lo que reduce de cuatro a uno los problemas de almacenaje y producción en la empresa.

Ya no es necesario mantener un stock de cuatro tipos de parales, con un solo stock de la misma referencia se suplen las necesidades y funciones de las anteriores cuatro, simplemente se escoge el sistema de anclaje y la posición para la instalación.

### **9.2.2 Paral GTD. Referencias anteriores:**

- Troquelado por el frente
  - Anclaje piso techo
  - Anclaje piso pared
- Troquelado por detrás

Anclaje piso techo

Anclaje piso pared

**Referencias después del rediseño:**

- Paral GTD (única referencia)
- Sistema anclaje piso pared
- Sistema anclaje piso techo

Ocurre lo mismo que el paral SR. Se pasa de tener cuatro referencias de parales a una sola referencia y a dos dispositivos de anclaje, lo que reduce de cuatro a uno los problemas de almacenaje y producción en la empresa.

Ya no es necesario mantener un stock de cuatro tipos de parales, con un solo stock de la misma referencia se suplen las necesidades y funciones de las anteriores cuatro, simplemente se escoge el sistema de anclaje y la posición para la instalación.

**9.2.3 Paral Autopol. Referencias anteriores:**

- Anclaje piso pared
- Anclaje piso techo

**Referencias después del rediseño:**

- Paral Autopol (única referencia)
- Sistema anclaje piso pared
- Sistema anclaje piso techo

Se pasa de tener dos referencias de parales a una sola referencia y a dos dispositivos de anclaje, lo que reduce de dos a uno los problemas de almacenaje y producción en la empresa.

#### 9.2.4 Paral JC. Referencias anteriores:

- Anclaje piso pared
- Anclaje piso techo

#### Referencias después del rediseño:

- Paral JC (única referencia)
- Sistema anclaje piso pared
- Sistema anclaje piso techo

Se pasa de tener dos referencias de parales a una sola referencia y a dos dispositivos de anclaje, lo que reduce de dos a uno los problemas de almacenaje y producción en la empresa.

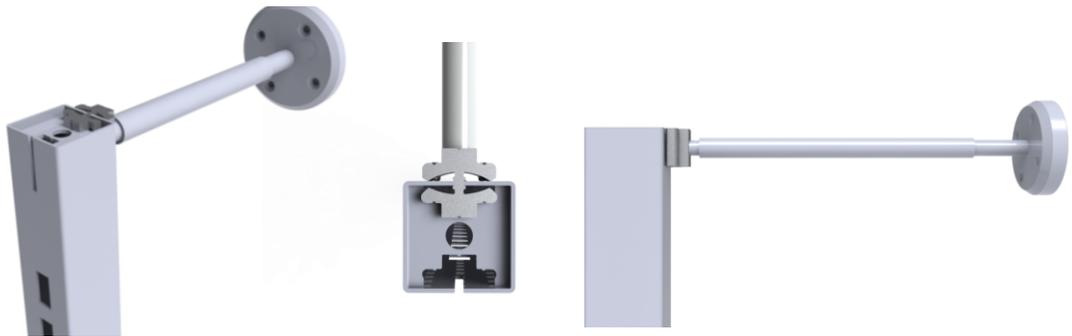
Hablando en términos generales del sistema de parales, se pasa de 12 referencias de parales a cuatro referencias y dos sistemas de anclaje que son compatibles con las cuatro referencias, y que armándolos de diferentes maneras nos daría como resultado las mismas 12 referencias anteriores pero mejoradas en aspectos técnicos, costos y estéticos. Ver fotos 50 y 51 donde se muestran los detalles del paral redondo y paral cuadrado.

**Foto 50. Detalle paral redondo**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 51. Detalle paral cuadrado**



Fuente: Elaboración propia.

Los parales estarían todos anclados con el mismo sistema telescópico que tiene 5 cm para nivelarlos contra la pared y corregir deformaciones de la misma.

El sistema de anclaje a pared funciona de la misma manera para todas las geometrías de paral. Ver detalle del perfil de unión en la foto 52.

**Foto 52. Perfil de unión**



Fuente: Elaboración propia.

Pieza elaborada en aluminio por extrusión en perfiles de 6 m, que se deberán cortar en tramos de 4 cm y perforar en cinco puntos, cuatro para aprisionar y uno para roscar el buje telescópico.

Para el anclaje a techo, se utiliza el mismo nivelador roscado para el anclaje a piso. Ver foto 53.

**Foto 53. Detalle anclaje piso - techo**



Fuente: Elaboración propia.

La pieza soldada en la parte superior cuenta con una perforación central de la cual remachar una tuerca para roscar el nivelador.

En otras palabras, el sistema para anclaje a techo es el mismo de anclaje a piso que se ha fabricado sin ningún problema por fundición de aluminio y se mantiene en stock. No se tendría que desarrollar, sólo implementar en otra aplicación. Ver fotos 54, 55, 56, 57 y 58.

**Foto 54. Detalle 1 anclaje a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 55. Detalle 2 anclaje a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 56. Detalle 3 anclaje a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 57. Detalle 4 anclaje a pared**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 58. Detalle 5 anclaje a pared**



Fuente: Elaboración propia.

### **9.3 ANÁLISIS SISTEMA SW**

Las aplicaciones de los paneles SW están relacionadas con la exhibición de accesorios y piezas pequeñas, sin embargo para algunos casos, es necesario aumentar la capacidad de carga.

Por esta situación es necesario para poder cumplir con los objetivos del proyecto, generar tres alternativas de rediseño del panel para poder cumplir con todos ellos.

Una primera propuesta que permita corregir todos los aspectos funcionales y de costos a la vez, en la que se cambian materiales y se diseña el nuevo sistema de anclaje. Se puede visualizar en la foto 59

**Foto 59. Nuevo sistema de anclaje Panel SW**



Fuente: Elaboración propia.

El sistema está compuesto por dos tipos de piezas en lámina doblada calibre 12, dos perfiles doblados en forma de omega con un punzonado especial que permite variar la ubicación detrás del panel, utilizando las mismas perforaciones posteriores del panel y un perfil doblado con cierto ángulo y punzonado para poder variar el nivel en la pared.

Este sistema aísla el panel de la pared dando la posibilidad de nuevas alternativas en el diseño y utilización de iluminación indirecta detrás de los paneles.

De igual manera, se propone un cambio en el material del perfil SW que es en aluminio extruido en crudo a un perfil extruido en PVC rígido, que para las funciones y aplicaciones cumple la misma función. En la foto 60 se puede observar el panel con el perfil de aluminio

**Foto 60. Detalle aplicación sistema SW**

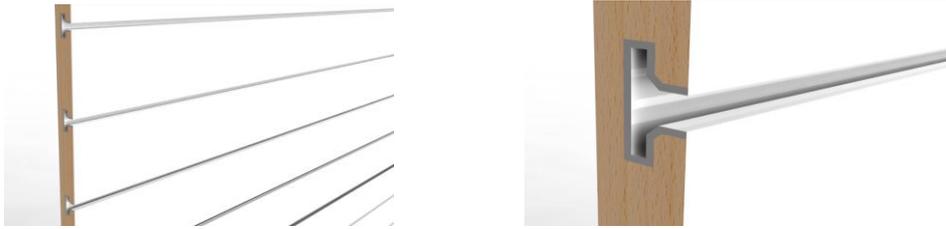


Fuente: Elaboración propia.

Haciendo un análisis de los procesos de producción y los materiales, se evidenció un alto costo en los procesos y materiales de los componentes. Se propuso un cambio en el aglomerado del panel que era en MDF en crudo, el cual luego del ruteado tenía un proceso de pintura en laca catalizada que por el área del panel es altamente costoso.

Para la nueva propuesta se utilizará un panel en MDF con melanina blanca y un enchape en PVC en los cantos, lo que reduce altamente los costos como lo veremos más adelante en las fotos 61y 62. Se utiliza PVC ya que el proveedor así lo recomendó debido a las diferentes aplicaciones a baja escala.

**Foto 61. Panel con perfil en aluminio**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 62. Panel con perfil en PVC rígido**



Fuente: Elaboración propia.

Analizando los pesos que se deben soportar, se determina que para algunas aplicaciones específicas en sectores de comercio de bajo perfil, se requería de un panel más económico y con la posibilidad de ser menos estético, por lo que se plantea la posibilidad de comercializarlo sin perfil y surge una tercer versión un 70% más económica al precio anterior. ver foto 63

**Foto 63. Panel sin perfil**



Fuente: Elaboración propia.

## 10. FORMALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS REALIZADOS

### 10.1 SISTEMA SR

Formalmente este sistema no cambia mucho, su cambio real está en los procesos de producción y función que ya hemos mencionado anteriormente.

Las cremalleras tienen acabado final en pintura electrostática, aluminio o cromo según solicitud del cliente, por esta razón el stock se debe manejar en crudo en el área de producto en proceso de la empresa. Ver foto 64 y 65

**Foto 64. Formalización del sistema SR**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 65. Detalle formalización**



Fuente: Elaboración propia.

Formalmente, este sistema o producto llamado cremallera escondida, tampoco tuvo un cambio visible, su cambio está reflejado en los procesos de producción y sistema de anclaje que varía para mejorar el armado. Ahora cuenta con piezas sueltas, no soldadas.

Exteriormente, ya colocados los paneles, si comparamos con el sistema anterior, no se percibiría ningún cambio a menos que se comparen los precios finales del sistema.

## 10.2 SISTEMA PARALES

El sistema de parales sí cambia formalmente, todo el sistema de anclaje se independizó, cambió el sistema de ajuste de un tornillo a un sistema de rosca interna, tuvo cambio de material y de acabado.

Ahora no se utilizará tubo redondo soldado, sino ejes maquinados en acero 1020 pintados, no se verán soldaduras pulidas sino un perfil de aluminio extruido que hace la unión al paral.

Los acabados de los parales serán iguales a los de las cremalleras y también se mantendrá el stock en crudo. Ver foto 66 y 67

**Foto 66. Sistema parales rediseñado**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 67. Detalle 1 parales**



Fuente: Elaboración propia.

### **10.3 SISTEMA SW**

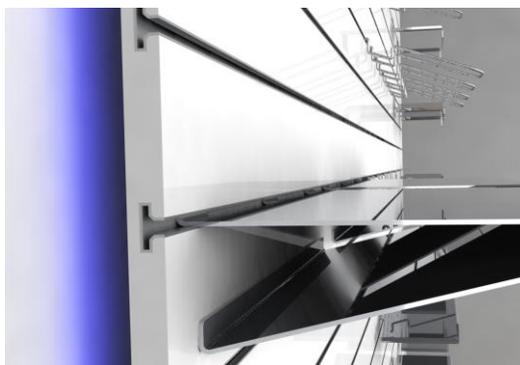
Formalmente este sistema no varía, se mejora para darle más posibilidades de uso, nivelación y la posibilidad de instalarle iluminación indirecta en el contorno. Ver foto 68 y 69.

**Foto 68. Sistema SW rediseñado**



Fuente: Elaboración propia.

Foto 69. Detalle 1 Panel rediseñado



Fuente: Elaboración propia.

## 11. ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS COMPONENTES DISEÑADOS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS MECÁNICAS, FUNCIONALES Y DE ACABADOS

### 11.1 SISTEMA DE PANALES (PERFIL M)

Un módulo, compuesto por dos panales, debe soportar 150 Kg. Desde el inicio se armó la estructura y se cargó con un peso de 150 Kg. en total. Cada día se iba adicionando 50 Kg. al módulo hasta llegar a 450 Kg. sin presentar ningún tipo de falla. Según el uso final que le da el cliente al módulo, no fue necesario incrementar más la carga ya que estos módulos sólo son utilizados con una carga máxima de 150 Kg.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el módulo sin carga y el módulo con la carga máxima adicionada de 450 Kg. En la foto 70 se puede visualizar el panel con y sin carga.

**Foto 70. Módulo de panales sin carga y con carga**



Fuente: Elaboración propia

En la Foto 71, se puede observar el estado del paral en la sujeción a piso. Su estado es perfecto, no sufre ningún daño a pesar de estar cargado con tres veces más el peso que debería soportar.

Además, podemos observar, en la Foto 72, la sujeción del paral a la pared con el nuevo sistema de sujeción. En esta foto, el módulo está soportando un total de 450 Kg.

**Foto 71. Sujeción a piso del paral**



**Foto 72. Sujeción a pared paral**



Fuente: Elaboración propia.

En esta foto se observa el sistema anteriormente usado, sujeción por medio de soldadura. La Foto 73, muestra el nuevo sistema de sujeción que permite una gran variedad de sujeciones de acuerdo al sistema utilizado por cada uno de los módulos.

**Foto 73. Comparación sistemas de anclaje**



Fuente: Elaboración propia.

## 11.2 SISTEMA DE CREMALLERAS SR

Un módulo, compuesto por dos cremalleras, debe soportar 150 Kg. Desde el inicio se armó la estructura y se cargó con un peso de 150 Kg. en total. Cada día se iba adicionando 50 Kg. al módulo hasta llegar a 450 Kg. sin presentar ningún tipo de falla. Según el uso final que le da el cliente al módulo, no fue necesario incrementar más la carga ya que estos módulos sólo son utilizados con una carga máxima de 150 Kg.

En las fotos 74 y 75 se observa el nuevo sistema de anclaje, donde el tornillo se descarga sobre el sistema de sujeción a pared con aleta y se alinea por medio de la ranura de la aleta, la cual tiene una geometría que le da una posición única, eliminando de esta forma, el juego del panel.

**Foto 74. Detalle 1 anclaje a pared cremallera**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 75. Detalle 2 anclaje a pared cremallera**



Fuente: Elaboración propia.

En el sistema de cremallera, se cambia la forma como se sujetan las aletas a la cremallera. Anteriormente, se hacía un proceso de soldadura, ahora se sujeta, simplemente, a la pared por medio de un tornillo. En la Foto 76, se puede apreciar el sistema de la aleta soldada (6 puntos de soldadura. Cada cremallera tiene 4 sistemas de aletas, lo que quiere decir que cada cremallera tiene 24 puntos de soldadura). Y en la Foto 77, se aprecia cómo la aleta se sujeta a la pared por medio de un tornillo y la cremallera es anclada a la aleta sin ningún tipo de soldadura ni tornillo. Se elimina de esta forma el proceso de soldadura.

**Foto 76. Comparación rediseño anclaje**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 77. Detalle nuevo anclaje**



Fuente: Elaboración propia.

### **11.3 SISTEMA DE PANEL SW**

Las pruebas mecánicas no se han realizado puesto que los prototipos no se han fabricado, debido a que las boquillas de extrusión aún están siendo mecanizadas por el proveedor.

## 12. EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS PRODUCTOS FINALES

En la elaboración de los parales, se cambió el material de los bujes de sujeción a pared. Se habían propuesto en aluminio y para elevar los factores de seguridad, se cambió a acero 1020, evitando de esta forma una deformación de la pieza. Ver foto 78

**Foto 78. Detalle cambio material**



Fuente: Elaboración propia.

### 13. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE NUEVOS COMPONENTES

Todo se agrupa en tres proyectos de desarrollo:

- **Cremalleras (a pared, escondida).** En este proyecto no se debe hacer ningún tipo de inversión debido a que se cuenta con la maquinaria adecuada y se utilizaría la misma cantidad de materia prima para la realización del producto que se utilizaba con el producto antes de ser rediseñado, los cambios se darán en geometría y forma de construcción.

- **Parales (SR, GTD, Autogol, JC).** Para este tipo de proyecto sí se debe realizar una inversión inicial que será:

Una matriz para la extrusión en un acero que tendrá un costo de \$1.549.204, una orden inicial exigida por el proveedor de aluminio EMMA, para la extrusión inicial de 150 kilos de aluminio que equivalen a \$1.800.000 con un costo por kilo de \$12.000, de los cuales se sacarán 33 perfiles de seis metros cada uno y de cada uno saldría 139 piezas, como resultado final un stock de 4.500 unidades de componente perfil –M rediseñado para el paral.

Otra inversión será en el desarrollo del prototipo en corte por hilo para la realización de la pruebas de un costo de \$445.000 y se realizaron dos prototipos del perfil M del paral.

El total de la inversión inicial para el perfil –M del paral será de: \$4.249.204

- **Paneles SW.** Para este proyecto también se debe realizar una inversión de una matriz para la extrusión en un acero 4140 que tendrá un costo de \$2.110.205 y se debe hacer un pedido mínimo de PVC extruido de \$2.100.000 que equivalen a de 1.000 m con un costo por metro de \$2.100; para el sistema de anclaje que se rediseñó no será necesario una inversión, puesto que se cuenta con la maquinaria adecuada para la realización de éste.

En total se realizará una inversión de \$4.210.205

## 14. ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS

### 14.1 SISTEMA SR

#### CREMALLERAS Y SOPORTES:

La cremallera se elaboró en lámina calibre 12 punzonada, se le elaboraron dos doblez y se pasó a proceso de pintura, los soportes de igual manera se elaboraron punzonados para garantizar la precisión de las perforaciones y ranuras, se doblaron en la CNC y se procedieron a pintar. Para estos prototipos no se necesitó de inversión en máquinas, equipos, dispositivos o de servicios externos.

Los resultados y la secuencia de armado se pueden apreciar en las imágenes 79, 80, 81, 82, 83 y 84:

**Foto 79. Detalle cremallera escondida**



Fuente: Elaboración propia.

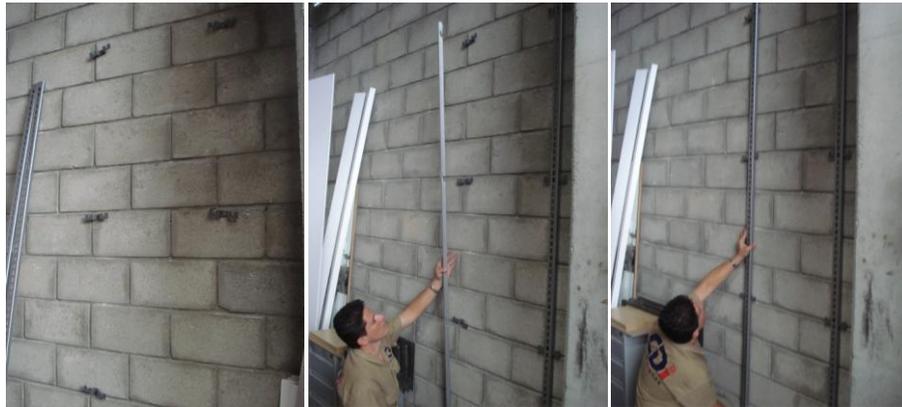
**Foto 80. Detalle soporte cremallera escondida**



Fuente: Elaboración propia.

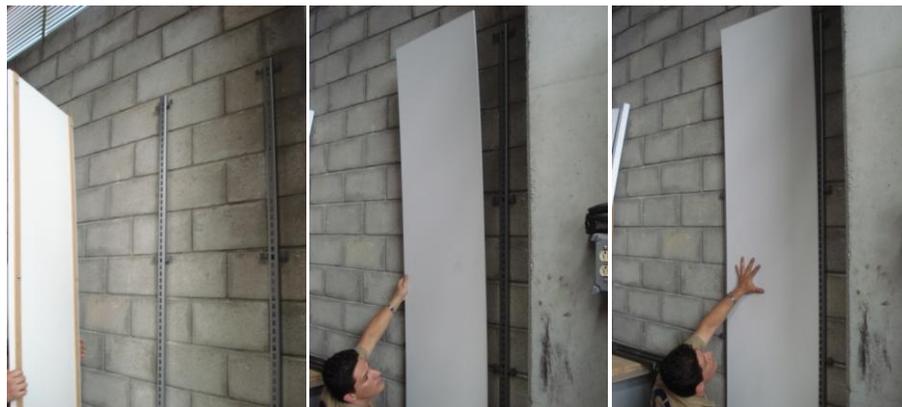
En la fotos 81, 82 y 83, se observa la secuencia de armado del sistema SR: se colocan los soportes sobre la pared, se procede a ensamblar las cremalleras (a lado y lado). Después, se procede a colgar el panel central y los laterales. Por último se ensamblan las repisas.

**Foto 81. Secuencia 1 de armado**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 82. Secuencia 2 de armado**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 83. Secuencia 3 de armado**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 84. Secuencia 3 de armado**



Fuente: Elaboración propia.

## **14.2 SISTEMA PARALES**

Para la construcción de estos prototipos fue necesario mandar a fabricar un corte por hilo de la sección del perfil en aluminio, puesto que para la producción final será necesario la fabricación de una boquilla de extrusión para perfil de aluminio y hasta no hacer las pruebas no se procederá a hacer dicha inversión.

El resto de componentes fue elaborado en instalaciones de la empresa con la maquinaria actual y eliminando en gran medida el proceso de soldadura y completamente el proceso de pulido.

El resultado se puede apreciar en las fotos 85 y 86:

**Foto 85. Detalle anclaje rediseñado y reformado**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 86. Detalle final sistema parales**



Fuente: Elaboración propia.

### **14.3 SISTEMA SW**

Los prototipos de este sistema no se han podido realizar debido a que se debe esperar a que esté lista la boquilla de extrusión del perfil plástico pues no hay otro método de elaborar el perfil sino es de esta manera.

Se pretende realizar las pruebas de carga y acabado en un mes aproximadamente cuando Dicoplast, empresa encargada de la elaboración de la boquilla y de la extrusión como tal, entregue las primeras muestras.

## **15. ELABORACIÓN DE CORRECCIONES**

Luego de elaboración de los prototipos no se hicieron correcciones.

## **16. ENTREGA DE LOS PLANOS FINALES**

Véanse todos los anexos.













De la información anterior y de las demás hojas de costo que se elaboraron según las variaciones de la geometría de los parales, de los materiales y acabados, se realiza el cuadro 15 con los precios anteriores, precios actuales con la misma utilidad, diferencia de reducción debido a las variaciones en los procesos y otros datos que servirán para analizar el proyecto.

**Cuadro 15. Cuadro comparativo**

CUADRO COMPARATIVO					
Producto	Precio anterior	Utilidad precio anterior	Precio rediseño	Utilidad rediseño	Reducción en costo
Cremallera SR sencilla 240 cm	33.700	15%	29.300	15%	13,1%
Cremallera SR (escondida) 240 cm	43.300	15%	30.500	15%	29,6%
Paral SR redondo 1,9" x 240 cm piso a pared	83.200	15%	77.820	15%	6,5%
Paral GTD redondo 1 1/2" 240 cm piso a pared	83.000	15%	69.820	15%	15,9%
Paral Autopol 1 1/2" 240 cm piso a pared	67.700	15%	65.120	15%	3,8%
Paral SR cuadrado 1 1/2" 240 cm piso pared	80.650	15%	77.820	15%	3,5%
Paral SR redondo 1,9" x 240 cm piso a techo	75.150	15%	60.600	15%	19,4%
Paral GTD redondo 1 1/2" 240 cm piso a techo	75.150	15%	52.600	15%	30,0%
Paral Autopol 1 1/2" 240 cm piso a techo	55.350	15%	47.900	15%	13,5%
Paral SR cuadrado 1 1/2" 240 cm piso techo	67.250	15%	58.300	15%	13,3%
Paral JC 1,9" 240 cm piso techo	82.500	15%	66.600	15%	19,3%
Paral JC 1,9" 240 cm piso pared	98.050	15%	83.820	15%	14,5%
Panel SW MDF pintado perfil aluminio	458.707	4,9%	367.000	15%	20,0%

**Cuadro 15. (Continuación)**

<b>Producto</b>	<b>Costo anterior</b>	<b>Utilidad costo anterior</b>	<b>Costo rediseño</b>	<b>Utilidad rediseño</b>	<b>Reducción en costo</b>
Panel SW MDF pintado perfil plástico	458.707	4,9%	334.500	15%	27,1%
Panel SW MDF melamínico perfil aluminio	458.707	4,9%	333.500	15%	27,3%
Panel SW MDF melamínico perfil plástico	458.707	4,9%	290.150	15%	36,7%
Panel SW MDF pintado sin perfil	458.707	4,9%	191.000	15%	58,4%
Panel SW MDF melamínico sin perfil	458.707	4,9%	187.300	15%	59,2%

Fuente: Elaboración propia

Analizando el cuadro, se puede observar que todos los productos tuvieron una baja significativa en los costos del producto y fueron aceptados por la empresa para continuar con el desarrollo, pues se logró el objetivo de reducción de costos y eliminación de procesos.

## 18. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE CORTO Y LARGO PLAZO A CAUSA DEL REDISEÑO

Teniendo en cuenta las unidades de venta de años anteriores, hicimos un pronóstico promedio móvil simple para obtener el dato de los siguientes años y tener un costo de operación aproximado para ser comparado con el costo de producir las unidades con el diseño actual vs el rediseño, generando de esta forma un valor de utilidad según el producto. Ver cuadros 16, 17, 18, 19, 20.

**Cuadro 16. Promedio Móvil Simple ventas 2007 - 2012**

<b>PROMEDIO MOVIL SIMPLE</b>						
<b>PRODUCTO (UNIDADES DE VENTA)</b>	<b>AÑO</b>					
	<b>2012</b>	<b>2011</b>	<b>2010</b>	<b>2009</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>
CREMALLERA SENCILLA 240	3079	3027	2970	3240	2870	2800
CREMALLERA ESCONDIDA	10357	14248	11911	4912	25920	4900
PARAL SR	16757	18297	17873	14100	22918	16600
PANELES SW	1651	1576	1957	1420	1350	3100

**Cuadro 17. Costos de operación productos**

<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DESPUES</b>	<b>UTILIDAD</b>
CREMALLERA SENCILLA 240	\$ 100.089.000	\$ 87.021.000	13,06%
CREMALLERA ESCONDIDA	\$ 515.731.867	\$ 149.816.000	70,95%
PARAL SR	\$ 1.487.005.867	\$ 1.390.850.920	6,47%
PANELES SW	\$ 897.536.697	\$ 718.096.667	19,99%

**Cuadro 18. Rentabilidad producción Parales**

<b>RENTABILIDAD PRODUCCIÓN PARALES</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>ANTES (\$)</b>	<b>DESPUES (\$)</b>	<b>AHORRO (\$)</b>	<b>RENTABILIDAD</b>
Paral sr redondo 1.9" x 240cm piso - pared	83200	77820	5380	6,47%
Paral gtd redondo 1 ½" x 240cm piso - pared	83200	69820	13380	16,08%
Paral autopol 1 ½" x 240cm piso - pared	67700	65120	2580	3,81%
Paral sr cuadrado 1 1/2" x 240cm piso - pared	80650	77820	2830	3,51%
Paral sr redondo 1.9" x 240cm piso - techo	75150	60600	14550	19,36%
Paral gtd redondo 1 ½" x 240cm piso - techo	75150	52600	22550	30,01%
Paral autopol 1 ½" x 240cm piso - techo	55350	47900	7450	13,46%
Paral sr cuadrado 1 1/2" x 240cm piso - techo	67250	58300	8950	13,31%
Paral JC 1.9"x 240cm piso - techo	82500	66600	15900	19,27%
Paral JC 1.9"x 240cm piso - Pared	98050	83820	14230	14,51%

**Cuadro 19. Rentabilidad producción Cremalleras**

<b>RENTABILIDAD PRODUCCIÓN CREMALLERAS</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>ANTES (\$)</b>	<b>DESPUES (\$)</b>	<b>AHORRO (\$)</b>	<b>RENTABILIDAD</b>
Cremallera SR sin aleta	33700	29300	4400	13,06%
Cremallera SR con aleta	43300	30500	12800	29,56%

**Cuadro 20. Rentabilidad producción Panel**

<b>RENTABILIDAD PRODUCCIÓN PANEL</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>ANTES (\$)</b>	<b>DESPUES (\$)</b>	<b>AHORRO (\$)</b>	<b>RENTABILIDAD</b>
Panel SW Mdf pintado blanco 120x240cm perfil con aluminio	458707	36700	422007	92,00%
Panel SW Mdf pintado blanco 120x240cm perfil de plástico	NA	364500	NA	NA
Panel SW Mdf melaminico Blanco 120x240cm perfil con aluminio	NA	333500	NA	NA
Panel SW Mdf melaminico Blanco 120x240cm perfil de plástico	NA	290150	NA	NA
Panel SW sin perfil 120x240cm MDF pintado	NA	191000	NA	NA
Panel SW sin perfil 120x240cm MDF melaminico	NA	187300	NA	NA

## 19. BÚSQUEDA DE NUEVAS APLICACIONES DIFERENTES A LAS YA ACTUALIZADAS

Aprovechando la ranura frontal que queda en la parte superior, se propone utilizarlo como ranura de anclaje con el mismo perfil para sistemas de señalización, dándole otra utilidad al perfil y otro sentido a que la ranura se elabore por ambas caras del perfil. Ver foto 87, 88, 89, 90, 91, 92.

**Foto 87. Sistema señalización 1**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 88. Detalle sistema señalización 1**



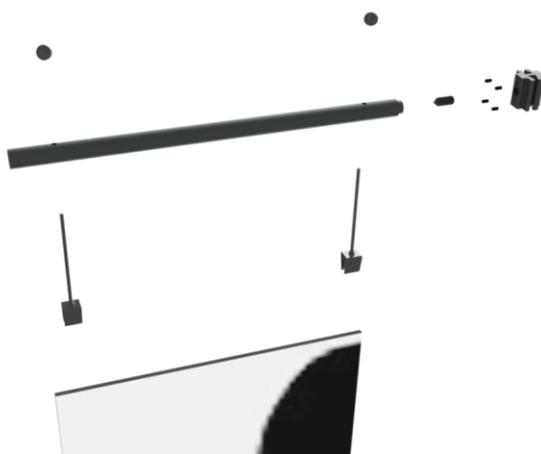
Fuente: Elaboración propia.

**Foto 89. Detalle sistema señalización 2**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 90. Detalle sistema señalización 3**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 91. Detalle 1 aplicaciones**



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 92. Detalle 2 aplicaciones**



Fuente: Elaboración propia.

## 20. CONCLUSIONES

- Al analizar los productos se logró observar un alto costo debido a la gran variedad de procesos involucrados para cada uno de ellos, se analizaron los costos y los procesos con los costos más elevados. De la misma manera, se observaron las secuencias de producción y se midieron tiempos, se investigó toda la cadena al interior y exterior de la empresa con cada producto, lo cual nos llevó a descubrir enormes falencias tanto en el sistema de costo utilizado como en el sistema y método de producción de cada producto, dejando ver que para algunos de ellos el costo ya venía inflado por errores humanos en las plantillas del sistema de costeo. No obstante, este análisis dejó claro que se podía mejorar enormemente cada producto y su costo, apuntando a la eliminación de procesos como la soldadura y el pulido que cargaban el costo en porcentajes entre el 12% y 15% dependiendo del producto.
- Al estudiar el mercado local, se pudo determinar que todas las compañías tenían la misma forma de fabricación de los productos con variaciones como acabados y materiales, pero con los mismos procesos involucrados. Esto deja claro que si se logra hacer una variación e innovación en el producto que no sólo apuntara a la reducción de costos sino también a la mejora formal y funcional de los productos, se tendría como resultado productos más competitivos en precios, con elementos diferenciadores importantes frente a la competencia y esto se vio reflejado en el resultado final del proyecto.
- Se logró identificar un grupo de 20 productos con características y funciones similares que logramos agrupar y rediseñar en conjunto, reduciendo el grupo a 6 nuevos productos que cumplirían con las mismas funciones y armándolas de diferentes maneras, podrían cumplir las mismas 20 variaciones o productos finales, reduciendo sus costos entre un 3.5% y un 59.2% según la variación o agrupación, mejorando los procesos y otorgando al cliente una reducción en los tiempos de entrega a la mitad puesto que ahora ya se podría mantener un stock en crudo permanente en la empresa.

- Se logró luego del rediseño, eliminar en un 100% el proceso de pulido en todos los productos, en un 90% el proceso de soldadura y un mejor aprovechamiento de los procesos y recursos automatizados que otorgan las máquinas de control numérico, tales como la punzonadora y la dobladora, lo que al final generó una reducción en los tiempos de producción y por ende afectó positivamente los costos.
- Con los nuevos diseños, la eliminación de procesos y el mejor aprovechamiento de los recursos y máquinas automatizadas, se logró reducir el tiempo de producción en un 50%, dando por sentado que se generó una línea de producción estándar para todos los productos, en donde a diferencia de la necesidad del cliente, cualquier variación de los productos daría como resultado la satisfacción de la demanda del cliente.
- Al evaluar los prototipos finales se dio una aprobación total por parte de la empresa, lo que generó un cambio total en el sistema de producción, los catálogos y productos finales de la empresa, puesto que todos y cada uno de los productos fueron aprobados y serán sacados en los nuevos catálogos y en el relanzamiento de las líneas de exhibición de la empresa en el mes de julio, donde la empresa cumple sus primeros 10 años, lo que para nosotros como ingenieros y diseñadores de estos nuevos productos nos da gran satisfacción y el sentimiento de un trabajo bien hecho, con los resultados esperados tanto por la compañía como por nosotros como gestores de este proyecto.
- Se obtuvo un excelente resultado al integrar dos áreas de la Ingeniería como lo son la Ingeniería de Producción e Ingeniería de Diseño de Producto para el estudio, análisis y desarrollo de un proyecto productivo en donde el resultado final fue altamente aceptado por la compañía y se espera que también por los clientes.

## 21. RECOMENDACIONES

- Evaluar la factibilidad de rebajar el precio de venta de los productos transfiriéndole la disminución de costos al cliente y así ser más competitivos en el mercado.
- Realizar una toma de tiempos en el ensamble de los proyectos para evaluar la reducción de tiempo que se da al tener unos productos más versátiles.
- En el momento en el cual esté listo el prototipo de la boquilla del Panel SW, realizar las pruebas necesarias para garantizar el buen funcionamiento del panel.
- Después de encontrar las nuevas aplicaciones buscar las posibilidades de aumentar el portafolio de productos según lo evidencia en las fotos 87, 88, 89, 90, 91, y 92.

## BIBLIOGRAFÍA

Barnes, R.M (1979). *Estudio de movimientos y tiempos*. Madrid: Aguilar

Chase, R.B., Aquilano, N.J., & Jacobs, F.R. (2000). Octava Edición. *ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES*. Santa Fé de Bogotá: McGRAW-HILL

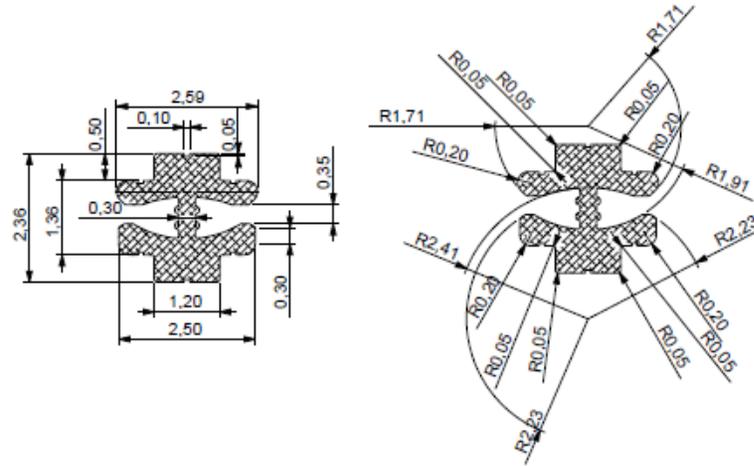
Banks Jerry. (2005). *CONTROL DE CALIDAD*. Limusa Wiley

Edward, H., Frazelle. Sojo, Ricardo. *LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES DE CLASE MUNDIAL*. Grupo Editorial Normal.

Ulrich, Karl., Eppinger, Stiven. (2004). Tercera Edición. *DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Pennsylvania: McGRAW-HILL.

# ANEXOS

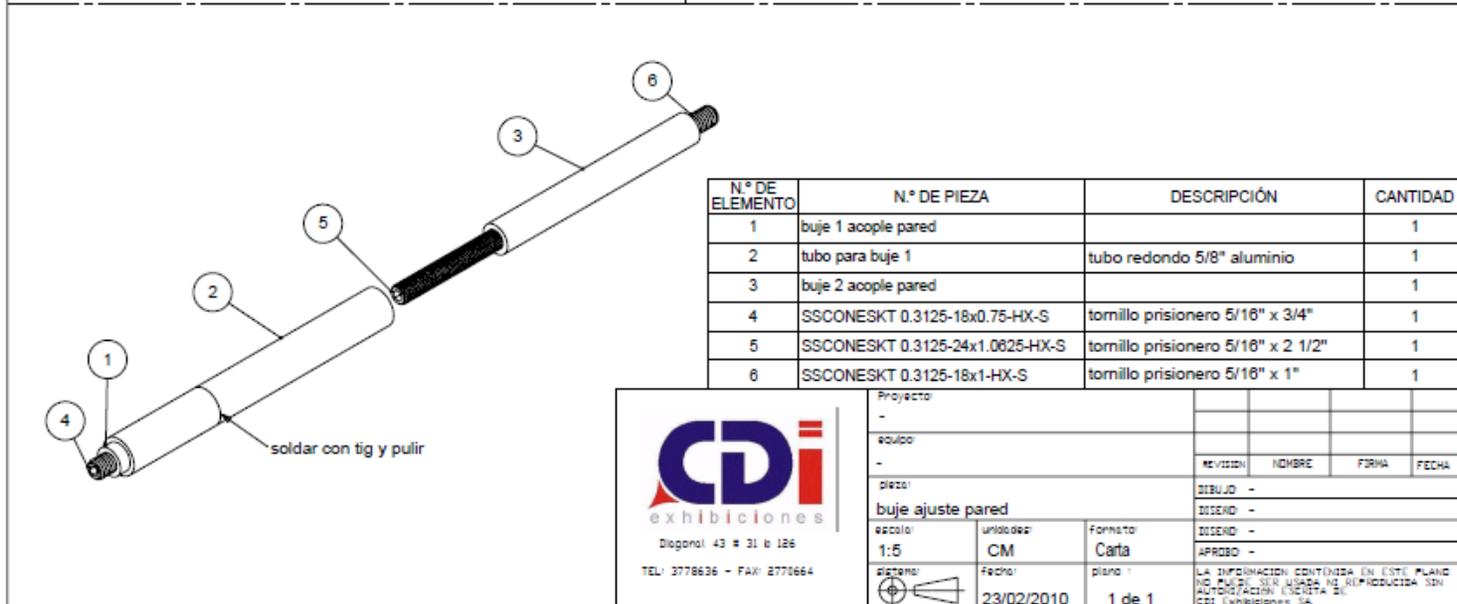
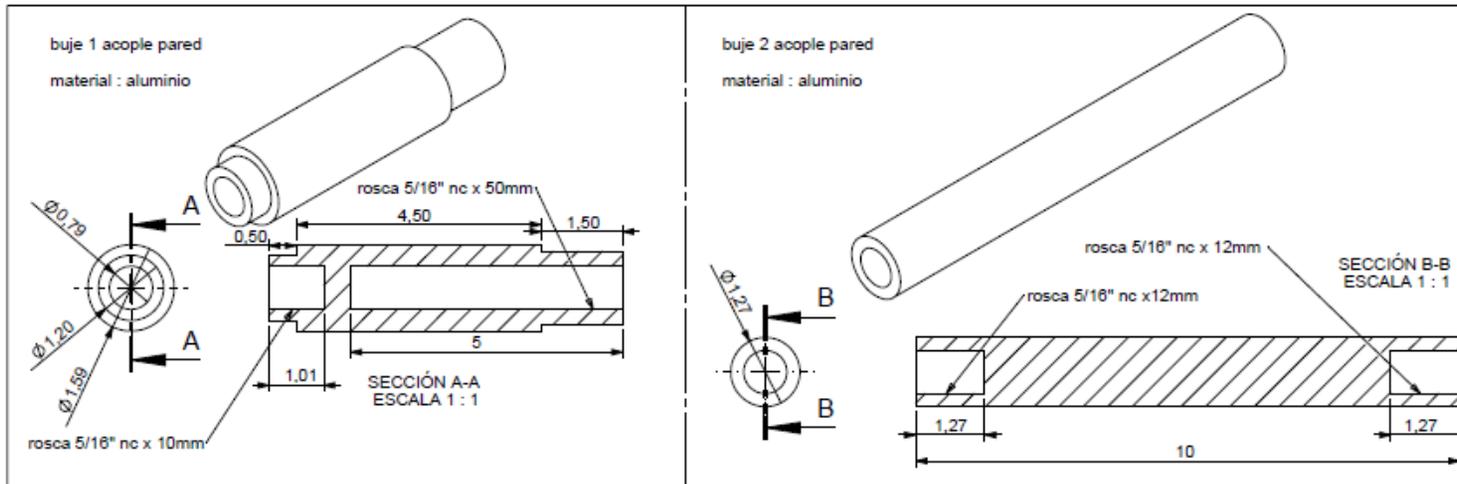
## ANEXO A. BUJE 1 - CORTE DE SECCIÓN



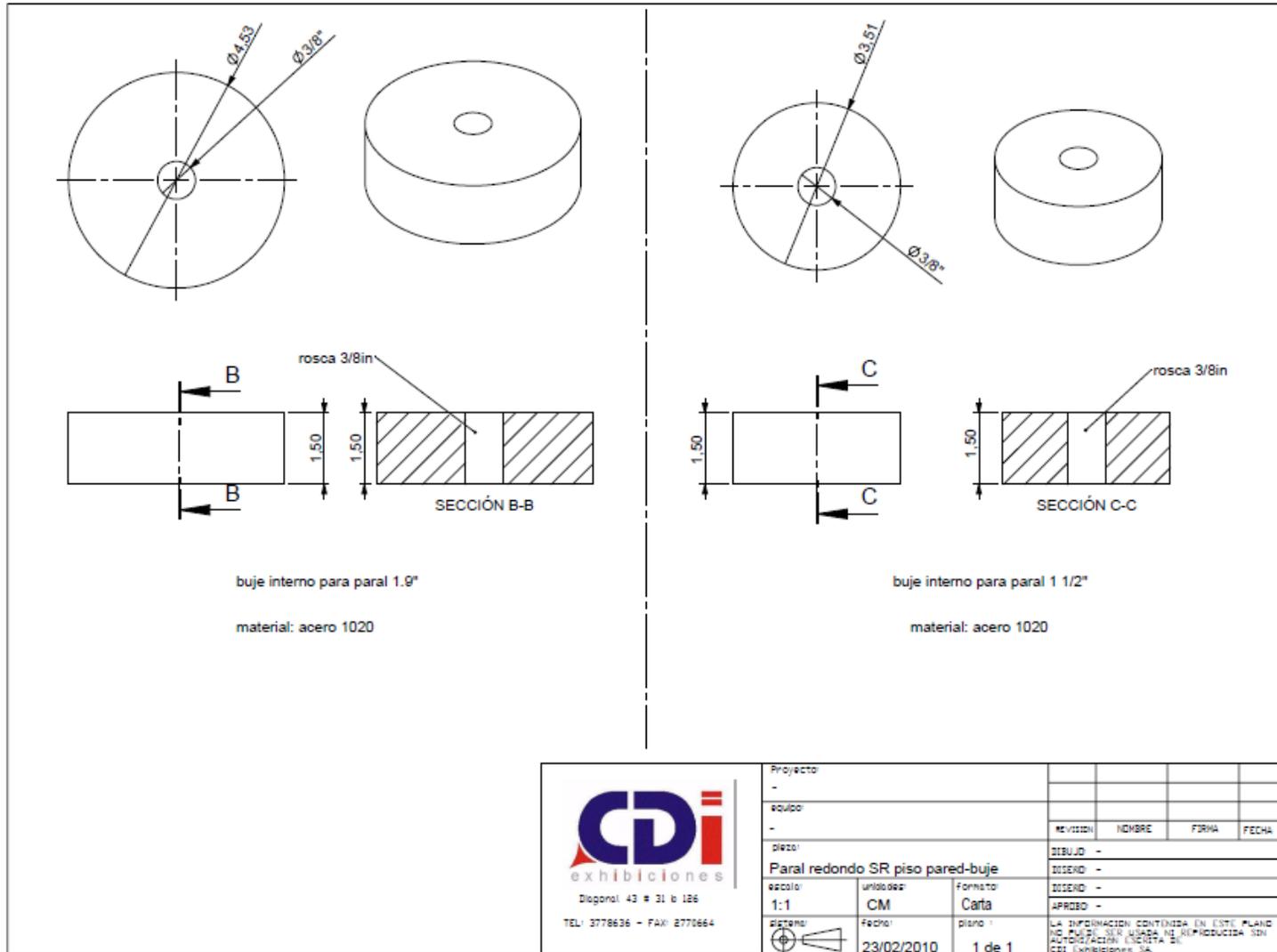
material: aluminio

 Diagonal 43 # 31 y 126 TEL: 3778636 - FAX: 2770664	Proyecto					
	- desarrollo 1					
	equipo					
	-		REVISIÓN	NOMBRE	FIRMA	FECHA
pieza:		DIBUJO - andres maya				
bujes 1		DISEÑO -				
escala:		DISEÑO - andres maya				
1:1		unidades:	APROBADO -			
sistema:		Formato:	LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO NO PUEDE SER USADA NI REPRODUZIDA SIN AUTORIZACION ESCRITA DE C&I Exhibiciones SA.			
		CM	Carta			
		Fecha:	plano:			
		23/02/2010	1 de 1			

## ANEXO B. BUJE AJUSTE PARED

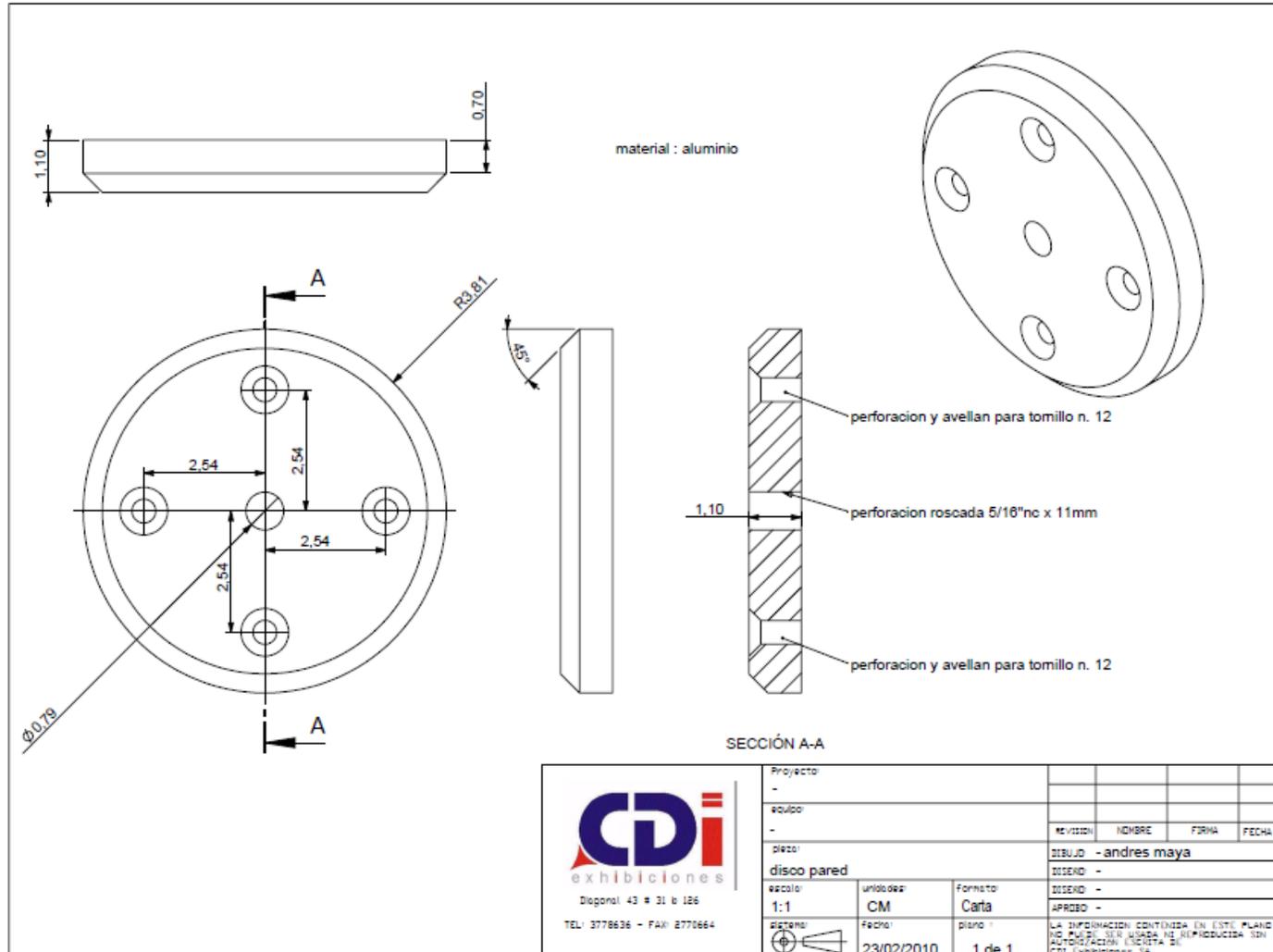


## ANEXO C. BUJES

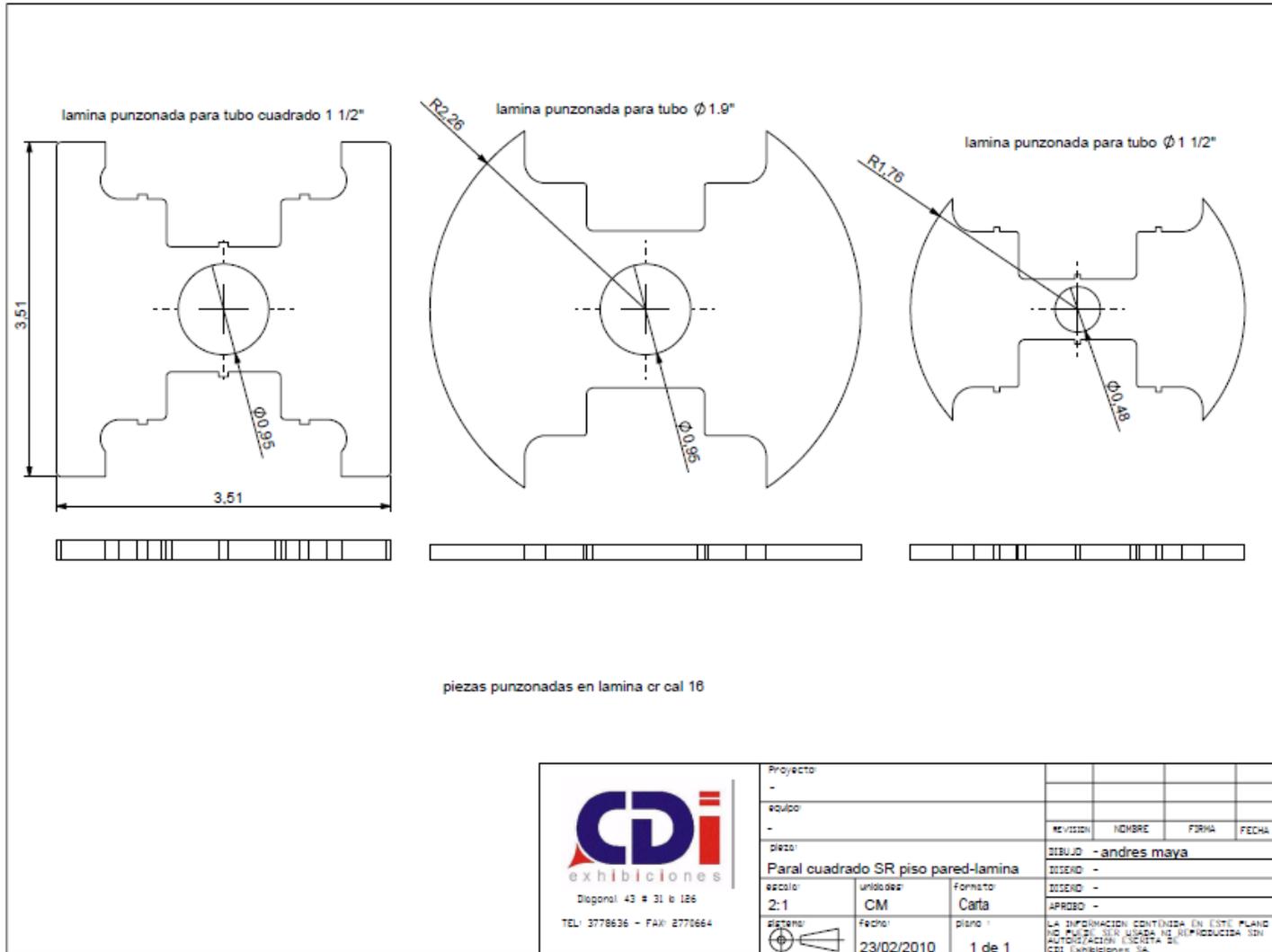




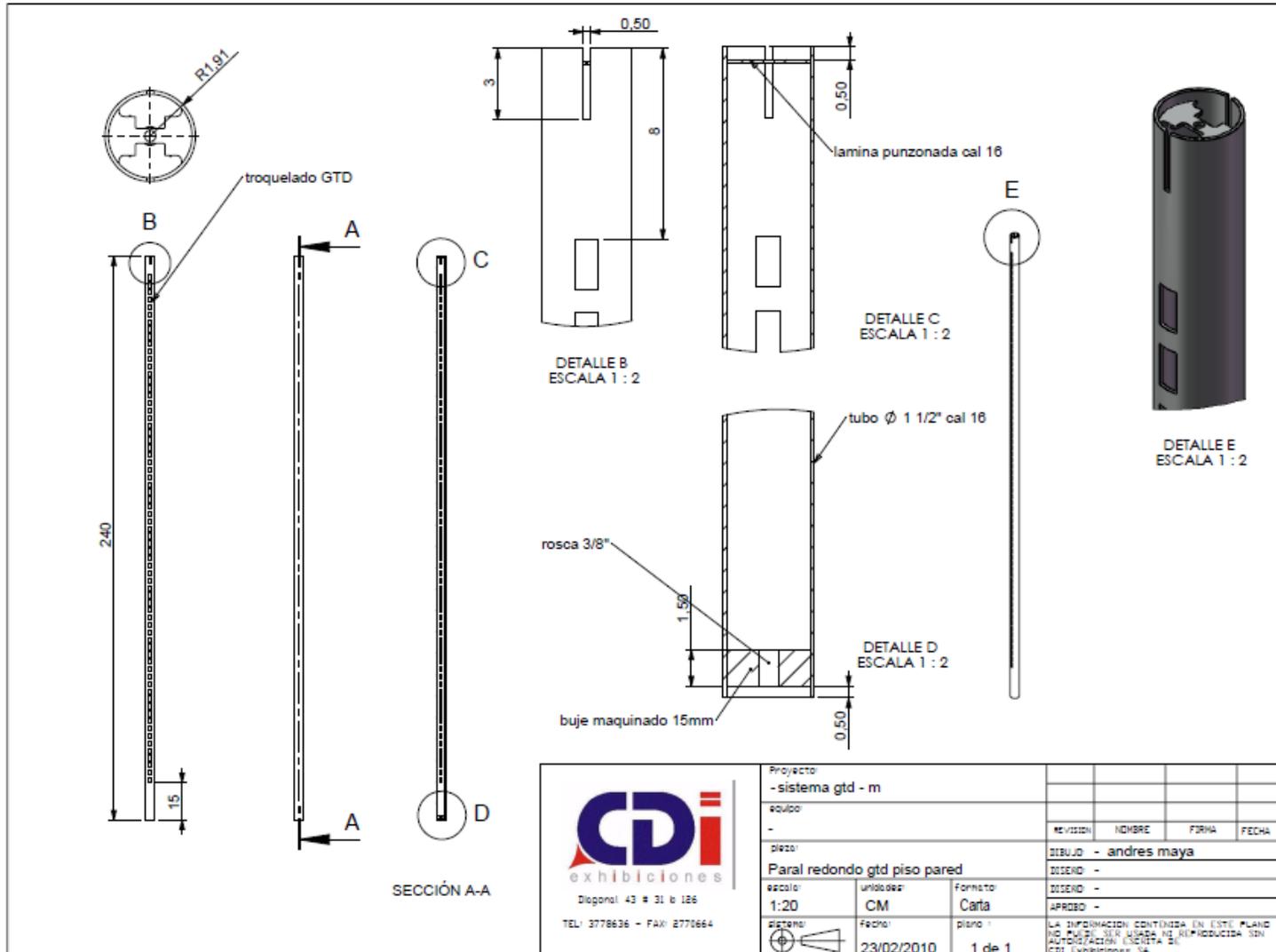
## ANEXO E. DISCO PARED



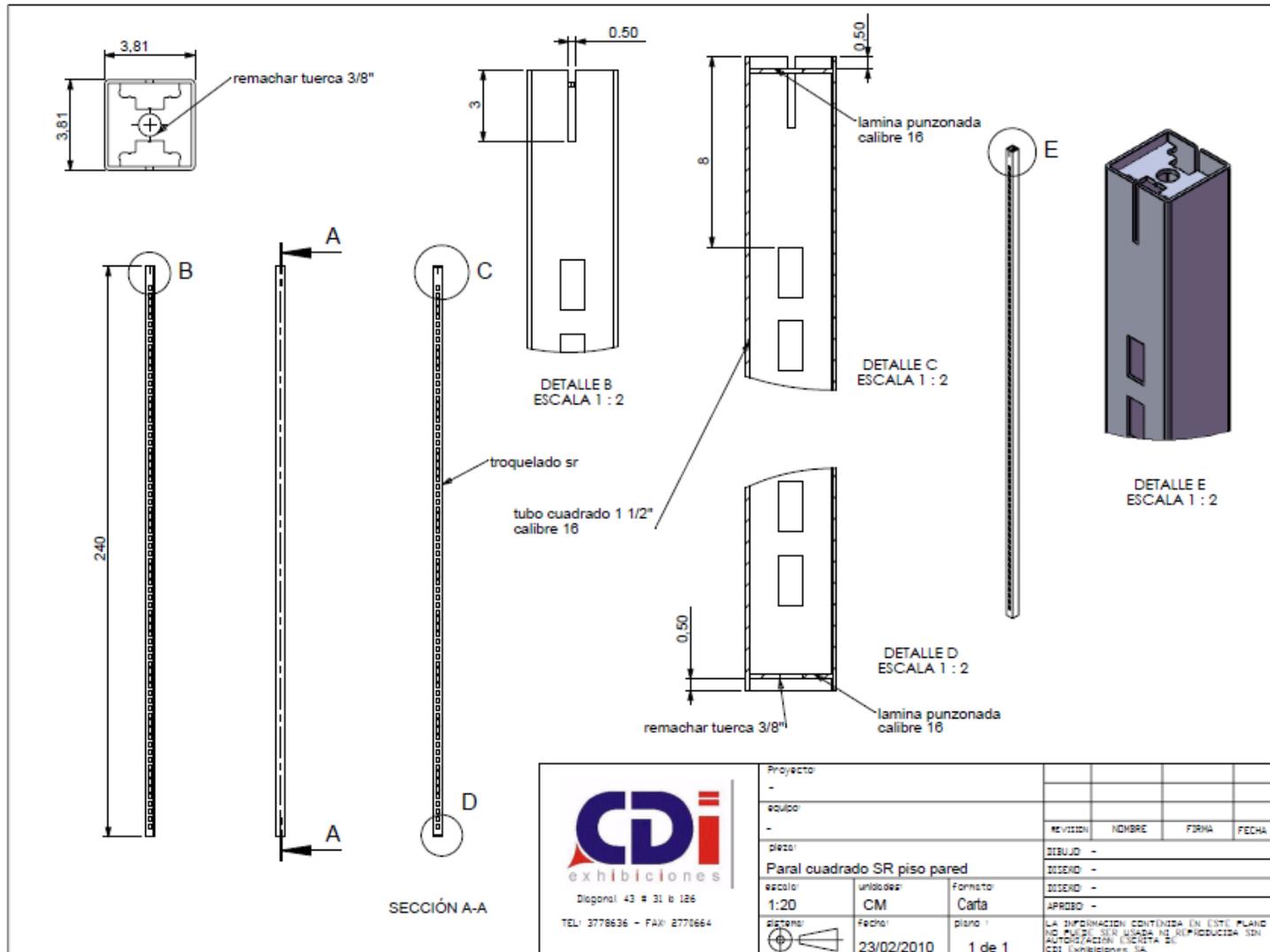
## ANEXO F. LÁMINAS PARALES



## ANEXO G. PARAL REDONDO GTD PISO PARED

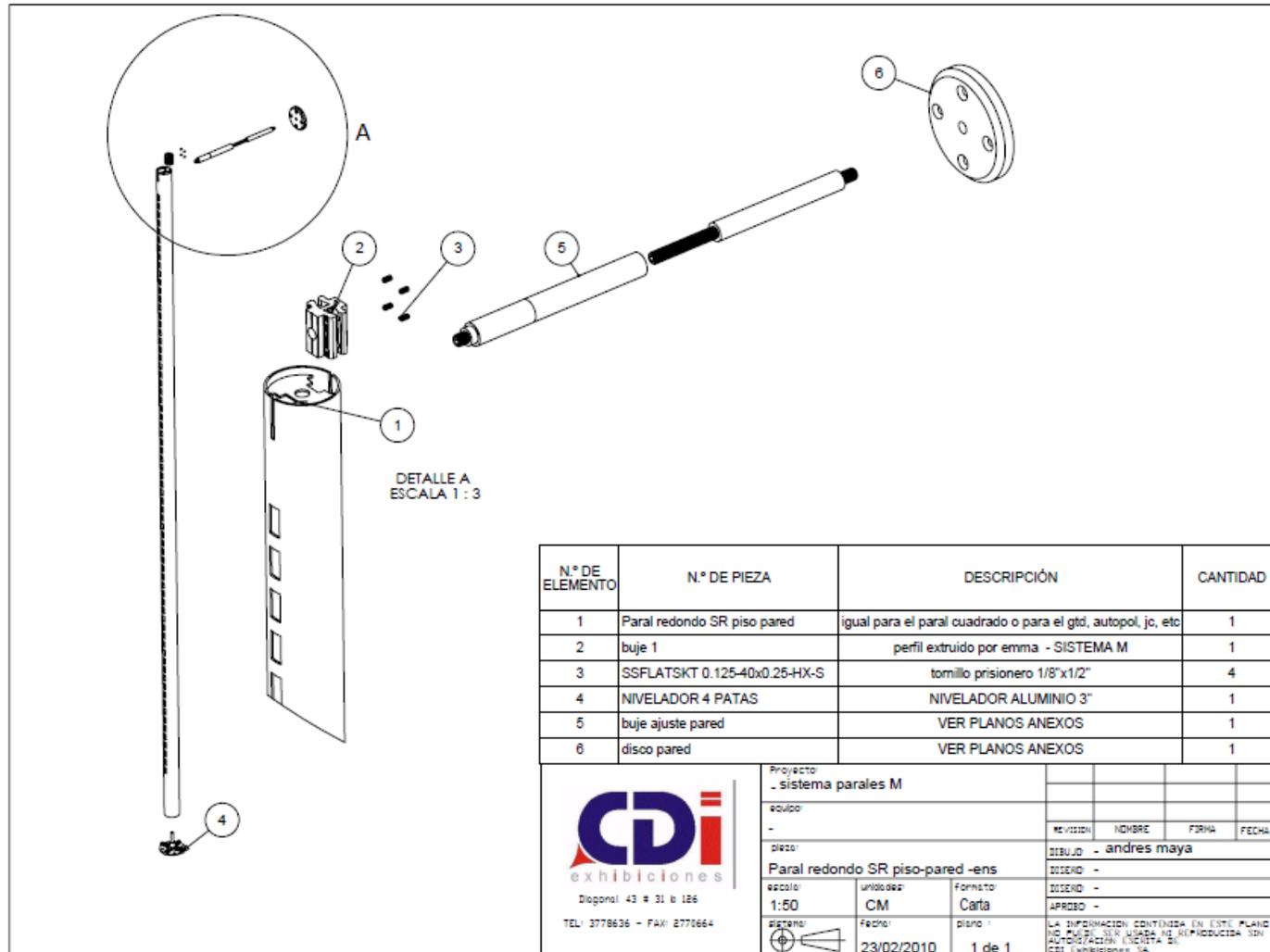


## ANEXO H. PARAL CUADRADO SR PISO PARED

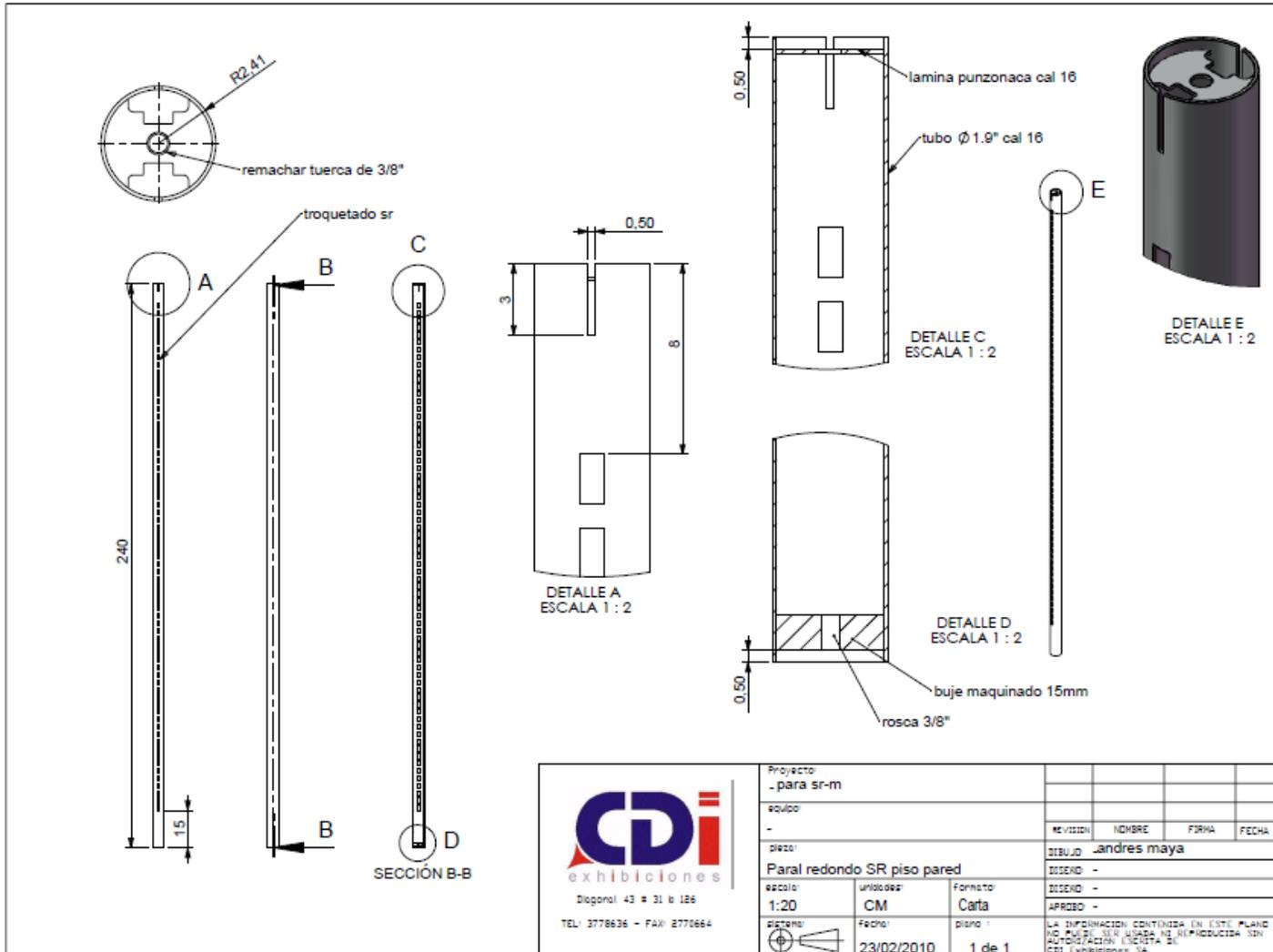


 Diagonal 43 # 31 e 126 TEL: 3778636 - FAX: 2770664			Proyecto:					
			equipo:					
piezo:		Paral cuadrado SR piso pared		REVISION	NOMBRE	FORMA	FECHA	
escala:	unidades:	Formato:	DIBUJO -					
1:20	CM	Carta	DISEÑO -					
piezo:	Fecha:	plano:	APROBO -					
	23/02/2010	plano 1	LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO NO PUEDE SER USADA NI REPLICADA SIN AUTORIZACION (SIGETA S) CDI Exhibiciones SA.					
			1 de 1					

## ANEXO I. PARAL REDONDO SR PISO-PARED -ENS

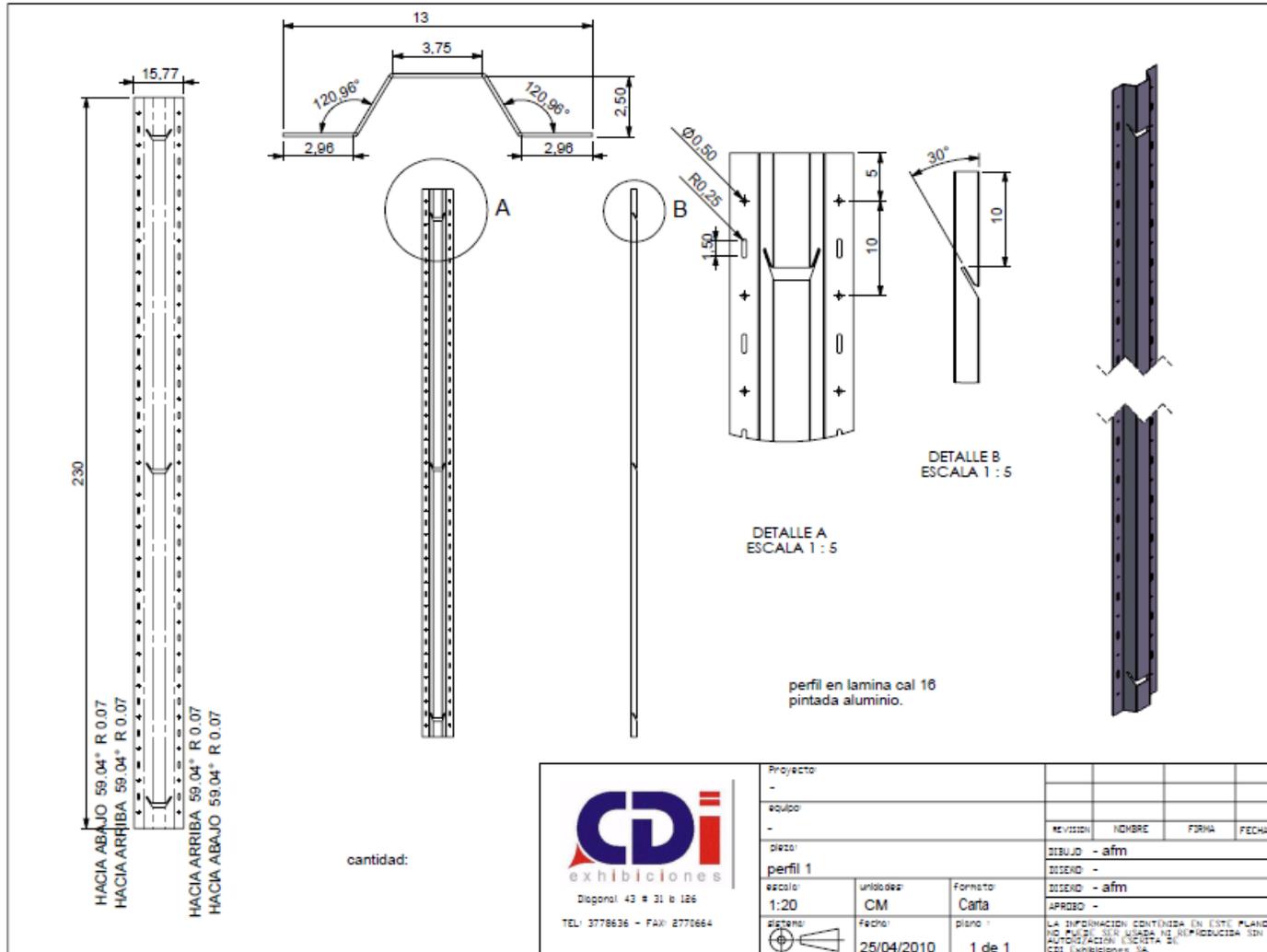


## ANEXO J. PARAL REDONDO SR PISO PARED

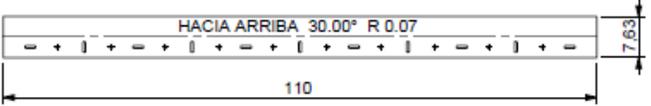


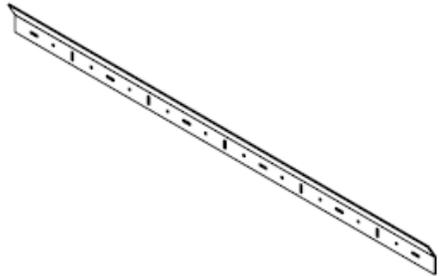
 Diagonal 43 # 31 b 126 TEL: 3778636 - FAX: 2770664		Proyecto					
		- para sr-m					
Equipo		-		REVISIÓN	NOMBRE	FIRMA	FECHA
Piezo		Paral redondo SR piso pared		DISEÑO - andres maya			
Escala		1:20		DISEÑO -			
Unidades		CM		DISEÑO -			
Formato		Carta		APROBADO -			
Fecha		23/02/2010		LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO NO PUEDE SER USADA NI REPRODUcida SIN AUTORIZACION (SINETA S) del Licenciatario SA.			
Página		1 de 1					

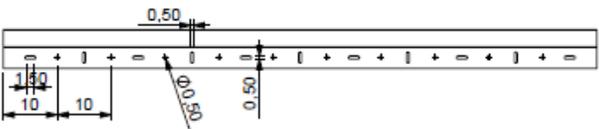
## ANEXO K. PERFIL 1

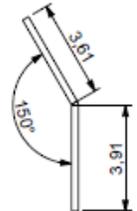


## ANEXO L. PERFIL 2









lamina calibre 12

cantidad:

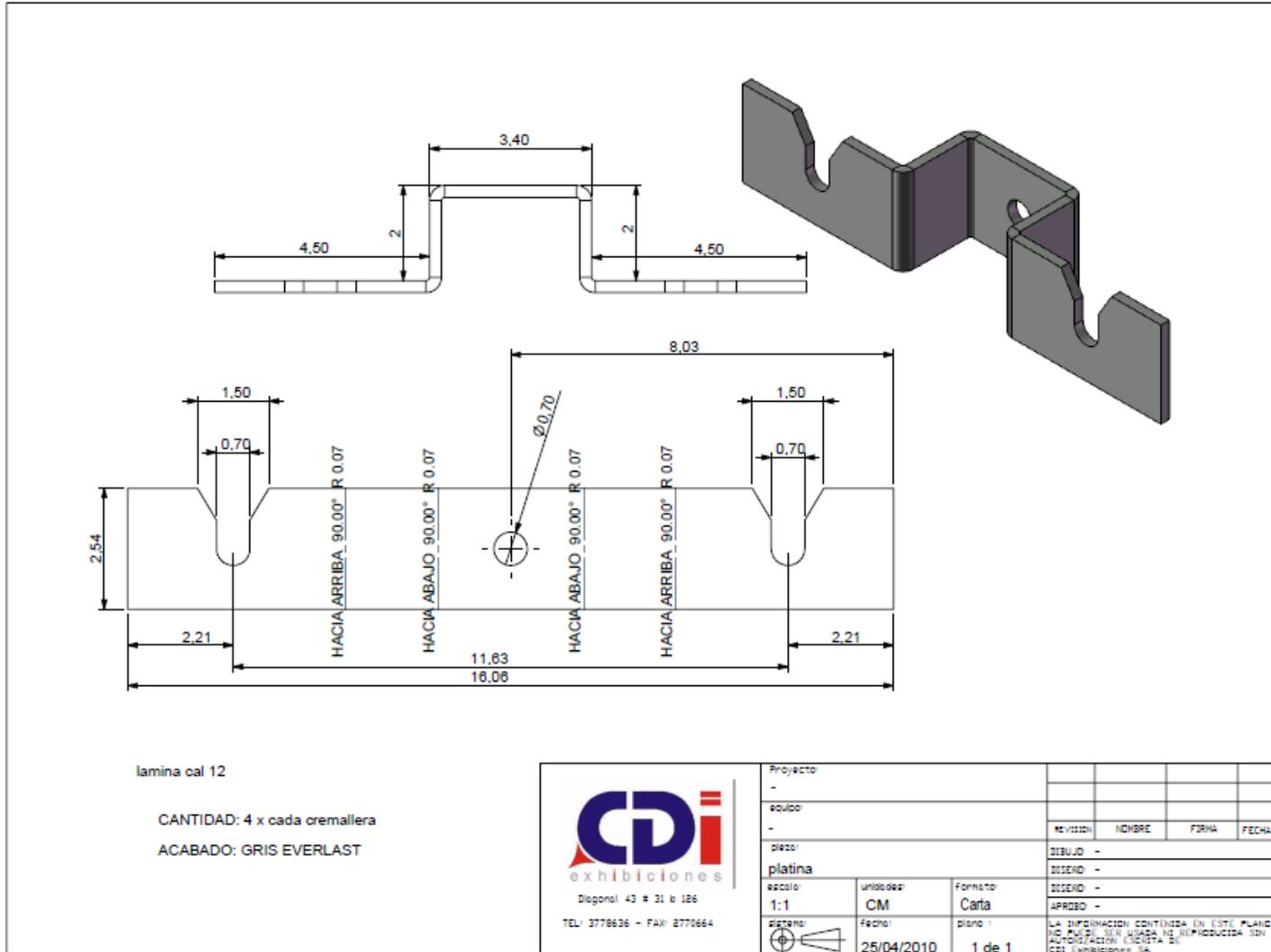


Diagonal 43 # 31 b 126  
TEL: 3778636 - FAX: 2770664

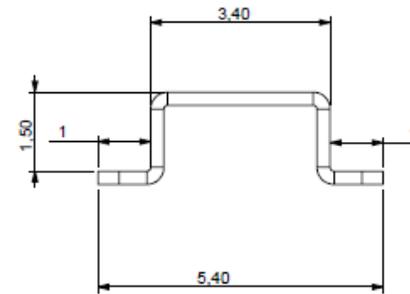
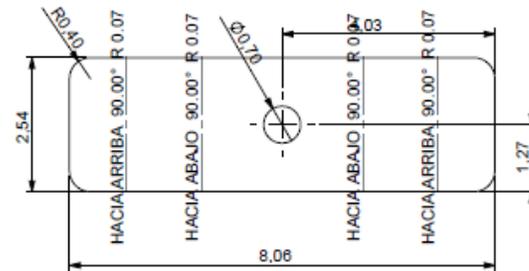
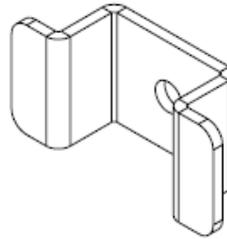
Proyecto:			
-			
Equipo:			
-			
Pieza:		REVISION   NOMBRE   FORMA   FECHA	
perfil 2		DIBUJO - afm	
Escala:		DISEÑO -	
1:10		DISEÑO - afm	
Unidades:		APROBADO -	
CM		Formato:	
Fecha:		Carta	
25/04/2010		plano:	
		25/04/2010	
		1 de 1	

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO NO DEBE SER USADA NI REPRODUcida SIN AUTORIZACION ESCRITA DE CDI Exhibiciones SA.

## ANEXO M. PLATINA



## ANEXO N. PLATINA 2



lamina cal 12

CANTIDAD: 4 x cremallera

ACABADO: GRIS EVERLAST

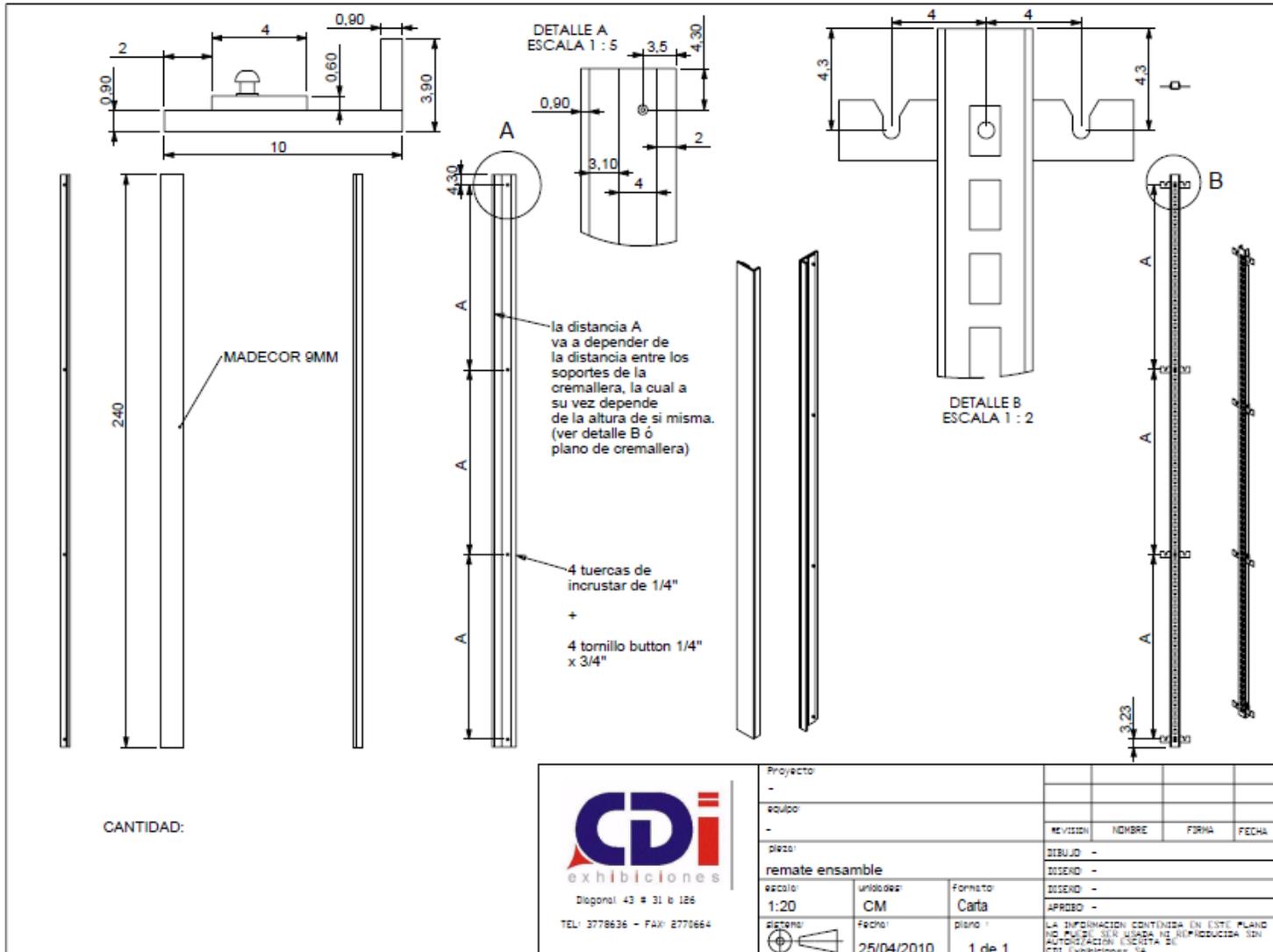


Diagonal 43 # 31 b 126

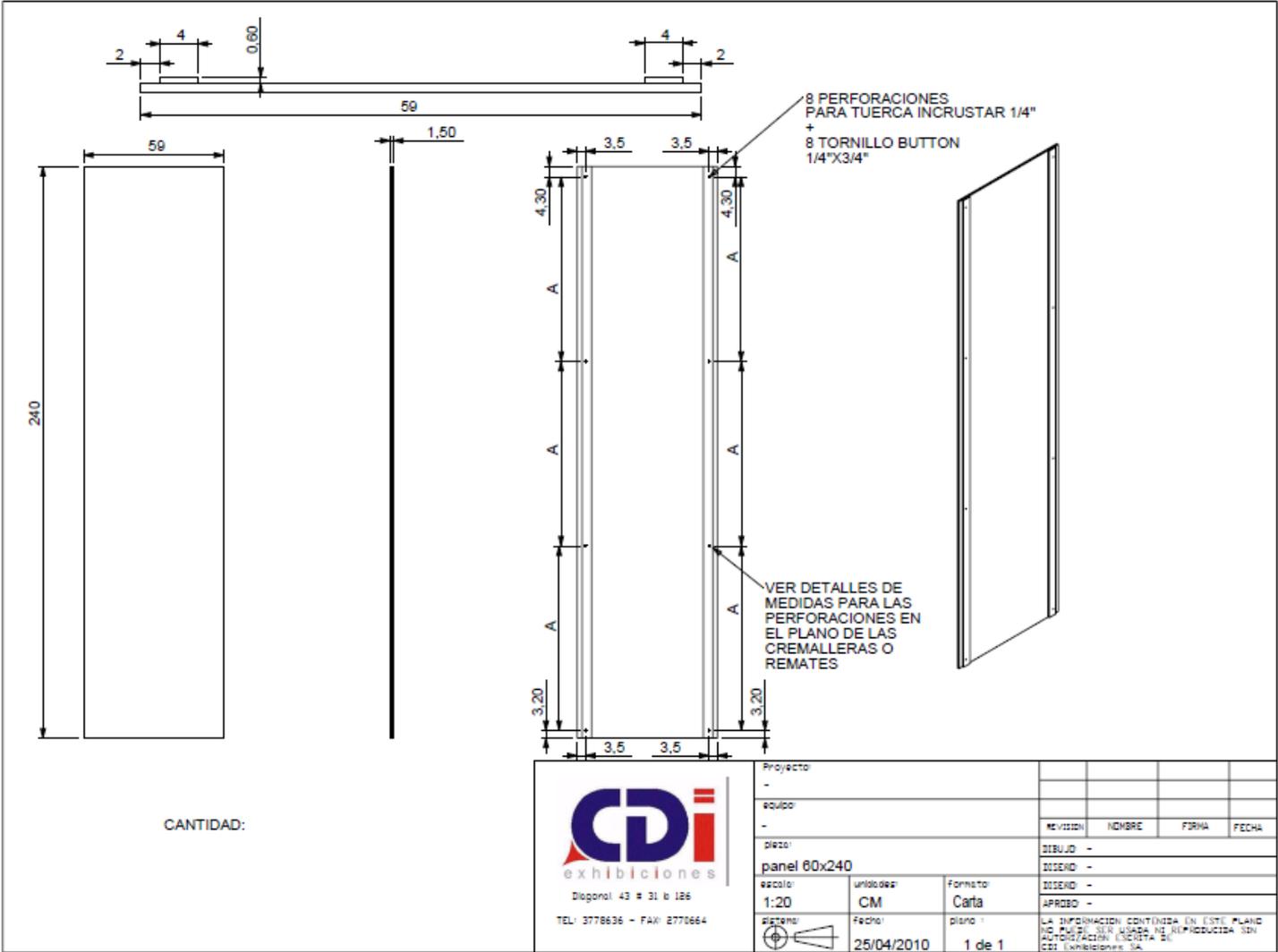
TEL: 3778636 - FAX: 2770664

Proyecto:					
Equipo:					
Pieza:			REVISIÓN	NOMBRE	FIRMA
platina 2					FECHA
Escala:		DIBUJO -			
1:1		DISEÑO -			
Unidades:		DISEÑO -			
CM		APROBADO -			
Formato:		-			
Carta		-			
Sistema:		-			
Fecha:		-			
25/04/2010		-			
plano:		-			
1 de 1		-			
LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO NO PUEDE SER USADA NI REPRODUCIDA SIN AUTORIZACION ESCRITA DE CDT Exhibiciones SA.					

## ANEXO O. REMATE ENSAMBLE

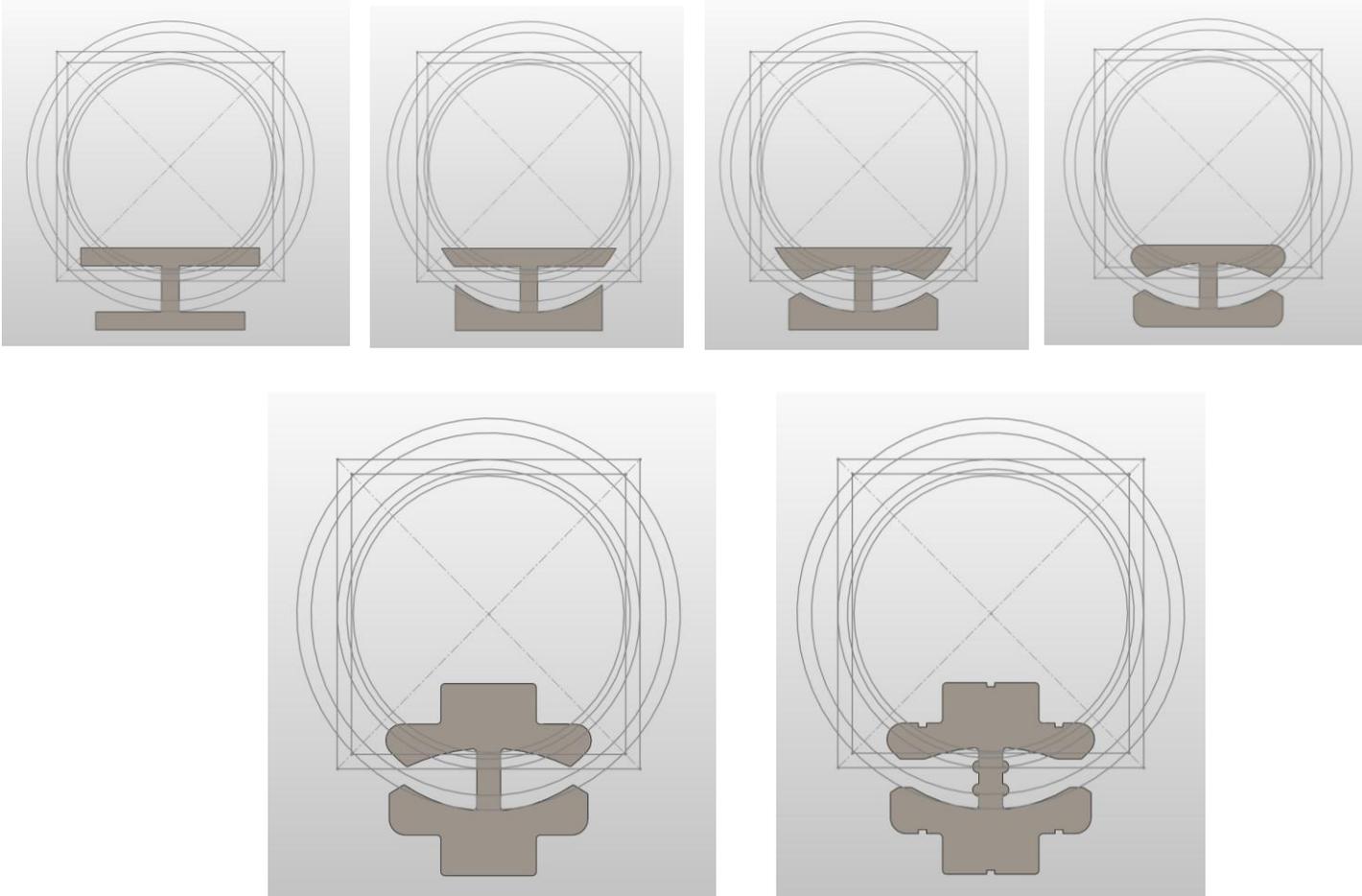


ANEXO P. PANEL 60X240



## ANEXO Q. PROCESO DISEÑO ALTERNATIVAS

### Sistema Parales



ANEXO R. PROCESO DISEÑO ALTERNATIVAS

Sistema Cremalleras

