



PROYECTO FINAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE  
UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SILLONES  
DIRECTORES DE CAÑO REDONDO EN UN GALPÓN DE  
1.250M<sup>2</sup>.

Autor: Andrés G. Bürkle

Legajo: 46.307

Director de Tesis:

Ing. Guillermo Testorelli

Año 2012

# RESUMEN EJECUTIVO

---

La empresa en la cual se realizó el siguiente trabajo, se trata de una empresa en una etapa de gran expansión, la cual se encuentra con los problemas naturales de una empresa en esa situación. Desde el punto de vista productivo la rápida expansión obligó, por falta de disponibilidad de tiempo para una planificación adecuada y por la inexistencia en sí misma de un lugar adecuado en la zona donde produce a tener algunos sus procesos productivos distribuidos de manera poco eficiente en varios centros. Esto genera, consecuentemente, movimiento de productos semi-elaborados entre distintos centros productivos lo que tiene un gasto de transporte alto asociado. Siendo consciente la empresa de esta situación decide, en su época de menor demanda unificar su principal proceso de fabricación, es decir el de los sillones directores de caño redondo en un único lugar.

Por lo antedicho, en el presente proyecto se centra en 2 de las principales ramas de la ingeniería industrial. Por un lado el análisis crítico de las operaciones productivas de una planta industrial y por el otro las relaciones entre las mismas.

En la primera parte se buscará observar desde un punto de vista profesional las formas en que se realizan cada unos de los procesos, en función de la tecnología disponible, las operaciones realizadas, buscando mejoras que aumenten la productividad y la seguridad de los operarios.

En el segundo aspecto se hace referencia tanto a la disposición física de cada una de las operaciones teniendo en cuenta una multiplicidad de factores que afectan a cada operación, creando un sistema dinámico de múltiples variables tanto objetivas como subjetivas. Por citar algunas de las principales como pueden ser productividad, seguridad laboral, comodidad del operario, eficacia, estabilidad y continuidad del proceso productivo. En cuanto se trata de un sistema de múltiples variables a optimizar, el "óptimo", depende del objetivo y, en la práctica, es inalcanzable, por lo que se busca no la solución más óptima sino una lo suficientemente buena que cumpla los objetivos propuestos y que sea lo suficientemente sencilla como para ser aplicada en la realidad cotidiana.

Finalmente se extraerán conclusiones del análisis de procesos y se expondrá un Lay-Out, debidamente justificado para la nueva línea de producción.

# DESCRIPTOR BIBLIOGRÁFICO

---

El presente trabajo se desarrolla en una línea de producción de sillones directores de caño redondo y consta de 2 partes. La primera es un análisis crítico de procesos y la segunda es sobre un Lay-Out dentro de un galpón de 1.250m<sup>2</sup>.

En la primera se buscarán mejoras en cuanto a productividad y seguridad, mientras que en la segunda, se aplicarán los 8 Factores de Muther al proyecto actual.

**Palabras Clave:** Análisis de Procesos, Lay-Out, Factores de Muther

## ABSTRACT

---

This paper is about a manufacturing line of director's tube chairs and it has 2 parts. The first one is an analysis of the manufacturing line and the second consists in a development of a Lay-Out in a shed of 1.250m<sup>2</sup>.

In the first one it is going to look for productivity and security improvements, meanwhile in the second part it will apply the 8 Muther's Factors of the present project.

**Key Words:** Manufacturing analysis, Lay-Out, Muther's Factors.

# AGRADECIMIENTOS

---

El presente trabajo representa el final de innumerables desafíos afrontados a lo largo de los años los cuales, sus éxitos figuran a mi nombre pero el esfuerzo y el trabajo fue realizado por muchas más personas que me dieron su apoyo en distintos aspectos de mi vida.

Quisiera destacar a algunos de ellos, brevemente:

- Mi familia, por su apoyo incondicional y sacrificio a lo largo de estos últimos años en todos sentidos, económico, emocional y en conocimientos.
- Mis amigos quienes me alentaron en muchas ocasiones a sobreponerme a todo tipo de circunstancias tanto del mundo académico como el personal.
- A la Lic. Norma Bassani por su apoyo tanto emocional como intelectual.
- A los empleados y dueños de la empresa quienes se mostraron muy abiertos y a quienes les debo mucha de la información utilizada en el presente proyecto.
- Al Ing. Guillermo Testorelli por su apoyo académico.
- A mis educadores de la institución, por enseñarme lecciones más allá de las que figuraban en el programa educativo y me permitieron convertirme en un profesional.

# TABLA DE CONTENIDO

---

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PARTES DEL SDCR.....	3
	II.1 Caño, Remaches, Regatones.....	4
	II.2 Planchuelas y Lona Vinílica Pesada.....	6
III.	PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	9
	III.1 Cortado.....	10
	III.2 Doblado.....	14
	III.3 Manito.....	18
	III.4 Soldado.....	19
	III.5 Punzonado.....	22
	III.6 Desengrasado y Fosfatizado.....	27
	III.7 Pintado.....	28
	III.8 Armado.....	33
	III.9 Lonas.....	36
	III.10 Palletizado.....	37
IV.	DETERMINACIÓN DEL LAY-OUT.....	39
	IV.1 Productividades.....	43
	IV.2 Factores que intervienen en un Lay-Out.....	44
	IV.3 Factor 1: Materiales.....	44
	IV.4 Factor 2: Maquinarias.....	46
	IV.5 Factor 3: El Hombre.....	55
	IV.6 Factor 4: El Movimiento de Materiales.....	57
	IV.7 Factor 5: Almacenes y Demoras.....	59
	IV.8 Factor 6: Servicios.....	60
	IV.9 Factor 7: Edificio.....	62
	IV.10 Factor 8: Los Cambios y la Flexibilidad.....	65
V.	CONCLUSIONES.....	68
VI.	ANEXOS.....	70
	VI.1 Dobladoras.....	70
	VI.2	

# INTRODUCCIÓN

---

La empresa actualmente produce varios productos de publicidad, muebles de jardín y playa como pueden ser:

- Sombrillas redondas , Sillones Directores de caño redondo de 1” , Bases de hormigón y Mesas de fibra de vidrio con base plegable de caño.
- Sombrillas cuadradas , Sillones Director de caño Ovalado , Mesas cuadradas de Fibra de Vidrio con base plegable de caño y bases de hormigón .
- Sombrillas cuadradas , Sillones Director de Madera , Mesas cuadradas de Madera y Bases de hormigón de 28 Kg .

Actualmente estas gamas de productos se producen en líneas diferentes, utilizándose las mismas máquinas en varios casos. En sentido más técnico siguen una distribución por proceso en cuanto a la fabricación de varios de los productos.

En base a un análisis de las ventas y de las necesidades de producción de la fábrica, se arribó a la conclusión de que el sillón director de caño redondo (SDCR) es el principal producto en lo concerniente a la ocupación de varias las máquinas.

La conclusión se desprende simplemente de la forma en que comercializa la empresa, la cual es a través de juegos de una mesa, una sombrilla, una base de hormigón y 4 SDCR. Es por esto que prácticamente la producción de SDCR es el cuádruple que de cualquier otro producto. Además sobre el total del valor del juego completo (la forma más común de venta), los sillones representan el 45% del precio final y de las utilidades ya que todos los productos manejan márgenes del 35% aproximadamente.

En base a estos hechos y agregando que las ventas superan la capacidad de producción actual de la fábrica se optó por una ampliación en la capacidad productiva de la misma con el objeto de captar un mayor share del mercado. El cual, al criterio del dueño, se estima en un 16%. El objetivo es llegar al 25%y para lograrlo se decidió montar una línea exclusiva de SDCR.

Dicha nueva línea se instalará en un galpón de 25 x 50 m<sup>2</sup> (1250 m<sup>2</sup> de superficie cubierta) que se está construyendo , sobre una fracción de terreno, de 1.250 m<sup>2</sup> , ubicada el Parque Industrial de 9 de Abril, Partido de Esteban Echeverría, Provincia de Buenos Aires.

Esta fracción de terreno, fue adquirida recientemente por empresa en su plan de expansión.

Con el objetivo de determinar la viabilidad de la instalación de la línea es que se realiza el presente proyecto de Lay-Out.

Se espera poder arribar a una de tres grande conclusiones la primera la imposibilidad tanto técnica o legal de instalar la planta, la segunda la posibilidad de instalar sólo una parte del proceso por falta de espacio y la tercera sería poder instalar la línea completa dentro del galpón a analizar.

Finalmente el proyecto se dividirá en 4 Capítulos, el primero la lista de materiales, el segundo los procesos, el tercero el Lay-Out y finalmente las conclusiones.

## PARTES DEL SDCR

---

En este Capítulo se describirán técnicamente cada una de las piezas del SDCR con el objetivo de poder elaborar una **lista de materiales** para futuros análisis de costos incurridos.

El sillón director de caño redondo (SDCR) consta de los siguientes elementos:

- 2 Caños redondos de 1" x 0,9 mm x 2350 mm (Componen los laterales del Sillón Director de 1" )
- 2 Caños redondos de 7/8 " x 0,9 mm x 1650 mm ( Componen la tijera del Sillón Director de 1" )
- 2 Varillas de hierro redondo dulce de 6 mm x 415 mm
- 14 Remaches de 3/16 x diferentes largos
- 4 Planchuelas de ½ " x 1/8 " x 137 mm de largo , perforadas en sus extremos
- 6 Regatones (4 pie de base y 2 regatones de 1" Exterior)
- Lona vinílica de alta resistencia con costura doble reforzada



Figura I.1: Foto del SDCR

## Caño

El caño es de acero dulce SAE 1010, que es un tipo de acero, estándar, barato y muy dúctil, lo que lo hace apto para deformarse y permitir doblarse sin resquebrajarse.

La diferencia entre los diámetros se debe a cuestiones tanto técnicas como estéticas y de costo. Las tijeras no necesitan ser tan robustas como los laterales ya que no soportan tanta carga como los primeros. Dado que el caño de 7/8" es más barato, se opta por comprar éste y no el de 1". Los laterales, parte más visible del sillón, tienen que ser más gruesos ya que transmiten la carga al piso y, además, por una cuestión de imagen del producto no pueden ser muy finos, ya que el grosor del caño (por más que sea hueco), en la imagen del comprador viene asociado a la calidad del sillón.

## Remaches

Los 14 remaches que se utilizan son de las siguientes medidas :

- a) 3/16" x 50 mm ( Cantidad 2 ) para unir los 2 caños de 7/8" que componen la tijera .
- b) 3/16" x 33 mm ( Cantidad 4) para unir los 2 caños de 1" con las planchuelas de 1/2" x 1/8 "
- c) 3/16" x 30 mm ( Cantidad 4) para unir los 2 caños de 7/8" con las planchuelas de 1/2" x 1/8 "
- d) 3/16 " x 55 mm ( Cantidad 4) para unir los 2 caños de 7/8" de las tijeras con los 2 caños de 1" de los laterales .

Cada remache lleva una arandela de 3/16" que separa las piezas remachadas evitando que, cuando se abre o cierra el SD, rosen directamente las piezas metálicas.

## Regatones

En la base de la silla, la misma posee 4 regatones que se insertan a presión, dentro de agujeros de 7 mm realizados en el caño de 1" (Ver Proceso de Punzonado).

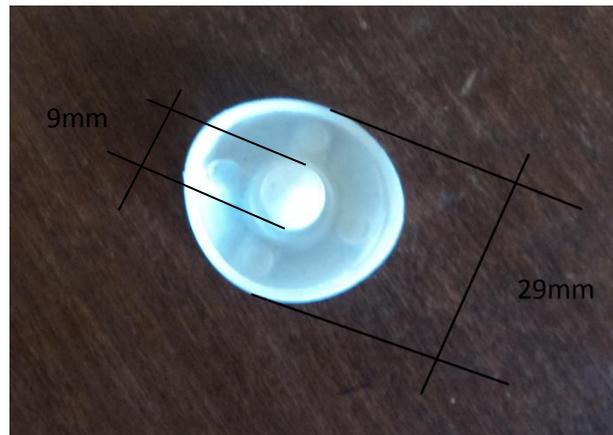


Figura I.2: Regatón de la base del SDCR (Vista Superior)<sup>1</sup>

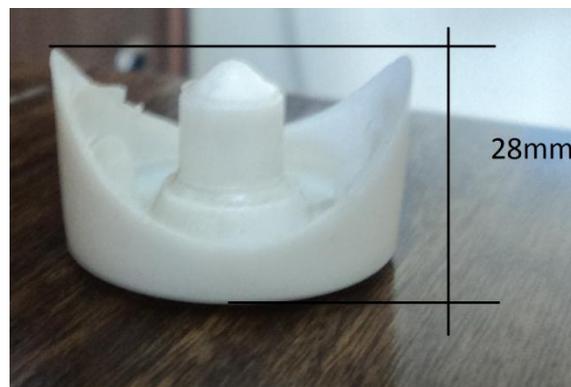


Figura I.3: Regatón de la base del SDCR (Vista Perfil)

Estos regatones tienen como objetivo evitar que el caño toque directamente al suelo, preservando la pintura y aislando al mismo del contacto con el agua que pueda haber en el suelo para evitar la oxidación.

Por otro lado se insertan otros 2 regatones más en el respaldar del SD de 1" de diámetro interno (para que calcen justo con el caño), como protección del tanto del interior del caño frente al agua como para los usuarios del filo del borde del caño.

---

<sup>1</sup> Aclaración: Aunque no parezca en la fotografía, el regatón es redondo y no ovalado, tiene el mismo diámetro en todo su perímetro.



Figura I.4: Regatón del respaldo (Vista Superior)

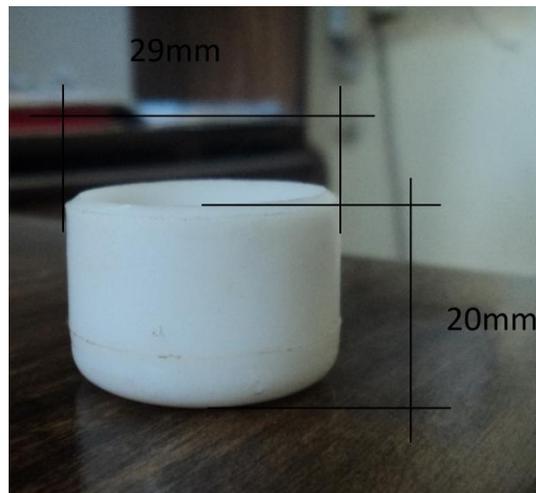


Figura I.5: Regatón del respaldo (Vista Perfil)

## Planchuelas

En cuanto a las planchuelas, son de 1/2" x 1/8" x 5 2/5"<sup>2</sup> (137 mm) de ancho, espesor y largo respectivamente, y el material es acero SAE 1010, un acero dúctil para que no se resquebraje cuando se agujerea, se punzona o se la remacha al sillón.

---

<sup>2</sup> 1"=2,54cm. En mm es 12,7x3,175x137mm

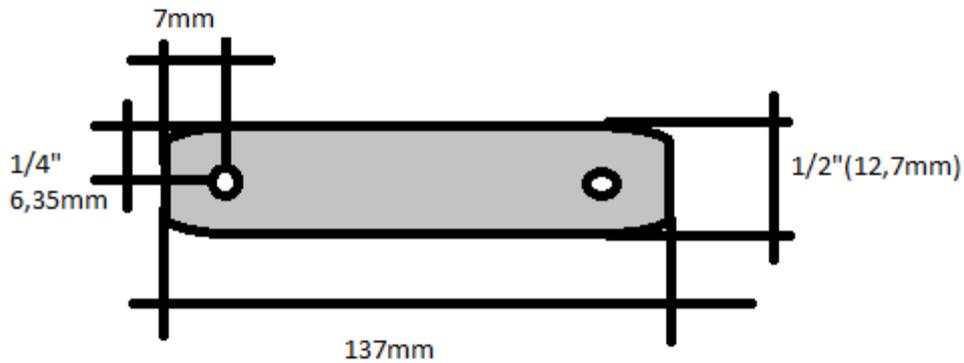


Figura I.6: Esquema de la Planchuela

### Lona Vinílica Pesada:

La Lona Vinílica Pesada, es la que se utiliza para confeccionar los asientos y los respaldos de los sillones Director de Caño de 1". El corte de tela que se utiliza para el asiento, es de 400 mm x 630 mm de ancho y el corte de tela que se utiliza para el respaldo es de 230 mm x 730 mm de ancho.

Todo el perímetro de estos dos cortes de tela, se refuerzan con un dobladillo y una doble costura, realizada con una maquina de costura industrial, utilizando hilo de coser de Nylon de espesor Nro 40, obteniendo un producto de muy buena calidad y resistencia .

A continuación, disponemos de una planilla técnica, facilitada por la firma PLASTITEX S.A. donde podemos observar las característica técnicas de la Lona Vinílica Pesada o comúnmente llamada **lona Cobertura** .

# PL 288

PLASTITEX S.A.I.C.F.I.A.

## COBERTURA PESADA



### Aplicaciones

Cobertura vehicular, Juegos Inflables, Carpas estructurales, Cartelería, Piletas, Sillas, Silos, Cobertura general de cargas.

### Descripción

Lona de alta resistencia para la aplicación en coberturas vehiculares, agrícola e industriales de uso general. De gran durabilidad, para trabajo a la intemperie alta resistencia a la abrasión y con una amplia variedad de colores que perduran en el tiempo. Se suelda fácilmente otorgando una unión sólida y resistente.

### Presentación

Rollos de 1,5m de ancho por 50m.

### Colores

Blanco  
Gris  
Negro  
Rojo  
Naranja  
Amarillo  
Verde  
Verde Oscuro  
Verde Manzana  
Azul  
Azul Francia  
Celeste  
Violeta  
Bordo  
Fucsia

### Código

102  
104  
106  
200  
203  
300  
402  
415  
424  
500  
502  
503  
601  
602  
617

### Referencias



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características	Unidad	Valores obtenidos	Norma de Ensayo
Soporte	gr/m <sup>2</sup>	176 (8x8)	-
Peso por metro cuadrado	gr/m <sup>2</sup>	660 ± 20	-
Peso por metro lineal	gr	1000 ± 20	-
Ancho	m	1.5	-
Espesor	mlc	530 ± 20	-
Resistencia al desgarro Tongue	N	Urdimbre 117 / Trama 135	IRAM-INTI-CIT / G 7 562
Resistencia a la traccion	N/cm	Urdimbre 410 / Trama 160	IRAM 7509
Resistencia a la delaminacion	daN	Cumple valores según norma	IRAM 7549
Resistencia a la penetracion de agua	columna 60cm	No presenta	IRAM 7547
Resistencia a la abrasion	-	No descubre la tela soporte	IRAM 7575 - 7,4
Pegajocidad	-	No presenta	IRAM 7550
Perdida de plastificante	%	0.5	IRAM 13336 Variante B
Grado de gelacion	N	No se observan grietas ni desprendimiento de la capa de PVC	IRAM 7575
Resistencia al tratamiento con GAS OIL	%	No se observa endurecimiento ni quiebres	IRAM 7575 - 7,3
Temperatura de fragilidad	°C	-20	IRAM 7551



Rivadavia 3125 (1605) - Munro - Provincia de Buenos Aires - 4762-4593 / 4756-4749 - plastitex@plastitex.com.ar - www.plastitex.com.ar

Figura I.7: Características Técnicas de la Lona Vinílica Pesada

# PROCESOS DE FABRICACIÓN

---

En lo concerniente al presente Capítulo se explicará cómo es que se produce el SDCR y al mismo tiempo **se realizará un análisis crítico los procesos y las máquinas más convenientes de acuerdo a los costos y sus productividades.**

El SD se produce a partir del armado de 4 piezas principales, el lateral de caño de 1" Derecho, el lateral de caño de 1" Izquierdo (L) y las dos piezas iguales, hechas con caño de 7/8" , denominadas **U de la Tijera**. Todas piezas se producen prácticamente con los mismos procesos, diferenciándose en que el lateral lleva una soldadura y una operación con un balancín que forma la "manito" (Ver operación Manito).

Los procesos de fabricación del lateral del SDCR:

1. Cortado de los caños de 1" x 0,9 mm. (Cuando se dispone de tiempo , el proveedor de caños , entrega los caños cortados a medida de 2.330 mm de largo)
2. Conformado de la manito, del lateral de caño de 1"
3. Doblado
4. Soldado
5. Punzonado
6. Desengrase y Fosfatizado
7. Pintura y Horneado
8. Armado y colocación de regatones, planchuelas, remaches, lona y varillas .

Los procesos de fabricación de la tijera del SDCR:

1. Cortado de los caños de 7/8 " x 0,9 mm. ( Cuando se dispone de tiempo , el proveedor de caños, entrega los caños cortados a medida de 1.650 mm de largo)
2. Doblado
3. Punzonado
4. Desengrase y Fosfatizado
5. Pintura y Horneado
6. Armado y colocación de regatones , planchuelas y remaches

Aunque como veremos en las siguientes secciones algunas operaciones pueden intercambiarse, de acuerdo a la máquina empleada para el proceso.

## Cortado de Caños

Ésta es una operación muy rápida del total del proceso productivo. Y en general se busca adelantarla, o evitarla comprando los caños previamente cortados.

Se ve la necesidad de cortar los caños ya que vienen en medidas estándares de 6m. Se los corta en 2 tamaños distintos de 2.330 mm para el lateral y de 1.650mm para la y se utiliza una cortadora por fricción como la que se puede observar en la siguiente foto:



Figura II.1. Cortadora por fricción

La misma posee en la parte inferior, 2 rodillos de metal con canaletas que permiten al caño girar libremente alrededor de su eje longitudinal al tiempo que el disco, corta el caño por fricción. La ventaja de hacer rotar al caño mientras el disco corta el mismo radica en que de esta manera las rebabas del corte quedan hacia adentro del caño hueco, lo que permite que el borde del caño no presente puntas afiladas que puedan producir enganches o cortes tanto en las futuras operaciones de fabricación

como en el uso final del producto. El precio de la misma ronda los \$ 10.000 aproximadamente.

Por otro lado se puede utilizar contadoras con alimentador automáticas, que incrementan altamente la productividad en comparación con la primera analizada.



Figura II.2. Cortadora con alimentador<sup>3</sup>

En este caso el precio es de \$ 25.000.

Estimativamente la máquina cortadora automática es capaz de cortar 600 caños por hora de las medidas necesarias para nuestro producto (Un corte cada 6 segundos). Mientras que la manual, varía significativamente según el operario que la esté utilizando y el horario en que se toma la producción. Como promedio mensual, se puede estimar unos 180 caños por hora. Es decir un corte cada 20 segundos, incluyendo la colocación de las tiras de 6 m en el caballete de corte y la estiba, por el mismo operario, sobre la estructura de caño cuadrado con ruedas, diseñada para almacenar caños cortados a 2.330 mm de largo y 1.650 mm de largo.

Por otro lado esta segunda máquina presenta una desventaja frente a la primera y es la posibilidad de rebabas en el corte. En caso de utilizarse se dotará a los operarios de la máquina y de las operaciones subsiguientes de guantes para proteger sus dedos de cortes las eventuales rebabas que puedan quedar de la operación de corte. Por otro lado las rebabas del corte se pueden minimizar manteniendo la máquina afilada, por lo que se podría utilizar como parámetro de desafilado de la sierra.

---

<sup>3</sup> Fuente: <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-135829945-cortadora-hid-frautschi-para-canos-y-barras-con-alimentaut-JM>

Haciendo un análisis de costos y productividades, en el siguiente cuadro se puede ver la comparación entre ambas máquinas

Cortadora cfalm																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión		-25000	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670
VAN(I%)		1	-86	322	15																				
Productividad (SD)		150																							
VAN(Producción)		655	48																						
Costo de 1 operario=30\$/h																									
Tiempo laboral=22 días																									
Jornada 9 horas																									
Gasto total material =5670 (1 operario)																									
Cortadora manual																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión		-10000	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670	-5670
VAN(I%)		1	-84	0	56	43																			
Productividad (SD)		15																							
VAN(Producción)		1180	43																						
SE TOMA EL DE INDICE VANPRODUCTIVIDAD MÁS BAJO																									

Tabla II.1. Comparativa entre cortadoras

Tomando el **índice VAN(2 años)/Productividad**, como parámetro de comparación escojo el más chico de los 2 análisis, quedando como resultado que se compre la **Cortadora con alimentador**.

## Doblado

En este caso hay varias alternativas que se pueden dar. Se analizarán 3 tipos de máquinas:

- Manual
- Múltiple
- CNC

La dobladora manual<sup>4</sup>, se trata de una máquina antigua, capaz de realizar la operación.



Figura II.3. Dobladora manual Modelo DT3 DMZ



Figura II.4. Dobladora manual actualmente disponible

Consta de 3 topes y un disco con una canaleta que permite apoyar el caño y doblarlo uniformemente, de manera que no se produzca una alta concentración de tensiones en algún punto particular de la sección doblada y de esta manera no se

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.dmz.com.ar>

produzcan fisuras que comprometan la calidad de la pieza. La máquina ejerce sobre el caño un trabajo tanto de tracción como de doblado, simultáneamente. El objetivo es tratar de evitar que en la zona de compresión del caño se produzcan dobleces del material, que pueden conllevar a la creación de fisuras las cuales no solo comprometen el sillón a nivel estructural, sino que también dejan lugar al paso de la oxidación.

El costo de esta máquina ronda los \$ 15.000 nueva y se pueden obtener por alrededor de \$ 3.000 una usada en buenas condiciones.

Por otro lado existe otro tipo de dobladoras llamadas dobladoras múltiples<sup>5</sup>



Figura II.5. Dobladora múltiple Modelo DT3 DMZ(Vista General)



Figura II.6. Dobladora múltiple Modelo DT3 DMZ(Vista Matriz)

Que tienen la capacidad de doblar varios caños al mismo tiempo, con un simple intercambio de matrices. Para el caso particular que estamos analizando con caños de 1" y de 7/8" esta máquina es capaz de doblar 4 caños al mismo tiempo y con hasta 4 dobleces, lo que se adecúa perfectamente para los requerimientos de la

<sup>5</sup> Fuente: <http://www.dmz.com.ar>

fabricación del lateral y de la tijera, que necesitan solo 2 dobleces la tijera y 3 dobleces el lateral. Su precio ronda los 75.000 \$.

Finalmente existe el tipo de dobladoras CNC<sup>6</sup>, que permiten doblar un caño y programarlas, de manera que automáticamente doblen la U o el lateral en una sola vez. Tienen mucha versatilidad a la hora de doblar el caño ya que los pueden doblar en 3 dimensiones, a diferencia de las otras dobladoras que sólo doblan en un sentido por vez. En este caso se gana versatilidad por sobre productividad. La CNC permite doblar caños de maneras muy complejas, pero de a uno solo por vez.

Para el destino que se tiene programado dentro de la fábrica a instalar esta máquina resulta poco conveniente en lo que la relación costo-beneficio refiere.

La CNC es una máquina que cuesta alrededor de 60.000 USD, siendo 3 veces el costo de la dobladora múltiple y su productividad es menor que la de la dobladora múltiple. Ya que precio y productividad son los 2 factores a tener en cuenta en el análisis esta última máquina queda descartada directamente y no se la incluye en el mismo.



Figura II.7. Dobladora CNC Modelo DTZL-40 DMZ

Previamente a mostrar el análisis es menester hacer un par de aclaraciones simplificadoras a la hora de hacer el análisis. Se asumió que la productividad de la dobladora múltiple es el cuádruple que la manual. Dado que los movimientos de acomodo diferentes en cada caso, programaciones necesarias (en el caso de la múltiple) y carga y descarga de las mismas son diferentes es posible que en la realidad esto no sea totalmente cierto. Aunque estos factores apuntan todos en un mismo sentido, por ejemplo si bien el tiempo de la programación de la múltiple resta

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.dmz.com.ar>

en un principio, se compensa luego al no tener que acomodar el caño entre los distintos topes como en el caso de la dobladora manual. Luego la carga en la múltiple puede llevar más tiempo ya que se cargan 4 caños en lugar de uno solo, pero se realiza esta operación cuatro veces menos. En consecuencia esto lleva a pensar que en realidad la productividad de la múltiple sea inclusive un poco mayor que el cuádruple la de la manual, pero como se busca hacer un análisis ácido (es decir ante la incertidumbre se toma el valor pesimista) se tomó que la productividad de la múltiple es 4 veces la de la dobladora manual. Haciendo un cálculo con valores promedios de Costo de Mano de Obra (30\$/h) entre una dobladora múltiple y una manual ambas nuevas:

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SILLONES DIRECTORES DE CAÑO REDONDO EN UN GALPÓN DE 1.250M<sup>2</sup>.

A igualdad de producciones													
<b>Dobladora manual nueva</b>													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inversión	-15000	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840	-15840
VAN (5%)	<b>-\$ 148.708,48</b>												
1 operario= 20\$/h 1 mes laboral= 22 días Jornada 9 hs/día Gasto total mensual 15840 (4 operarios)													
<b>Dobladora múltiple nueva para 4 caños</b>													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inversión	-75000	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960	-3960
VAN (5%)	<b>-\$ 108.427,12</b>												
Diferencia	-60000	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880	11880
Acumulado	-60000	-48120	-36240	-24360	-12480	-600	11280	23160	35040	46920	58800	70680	82560
Periodo de recupero	5,05 meses												
Diferencia de VANs	<b>-\$ 40.281,36</b>												
Gasto total mensual	3960 (1 operario)												

Tabla II.2. Comparativa entre Dobladoras

**Se concluye que es mucho más conveniente comprar la dobladora múltiple que la manual, a pesar de la acidez del análisis contra la primera.**

## Manito

Así se denomina a la punta del caño del lateral con forma de C, que va soldada por una soldadura hecha por un soldador al lateral mismo, cerrando el lateral del Sillón Director.



Figura II.8. Manito Soldada

Esta operación se realiza con un golpe de balancín de 40Tn que posee una matriz especialmente diseñada. El costo del balancín ronda los \$ 40.000 y la matriz unos \$5.000 aproximadamente.



Figura II.9. Balancín 40Tn para hacer la manito

Cabe aclarar que la operación podría realizarse con un balancín de 25 Tn, de menor costo. Debido a la actual disponibilidad del balancín de 40Tn, se propone comprar

un balancín de 25 Tn y vender el balancín de 40 Tn, esperando un ahorro de 15.000\$ aproximadamente.

## Soldado

Esta operación se realiza solamente para el lateral y **es una de las más críticas del proceso de producción** ya que la calidad estructural del sillón depende de esta soldadura. Es también una de las más lentas (se determinará en el capítulo de Determinación del Lay-Out, Factor 2: Maquinaria) ya que no se puede automatizar fácilmente la operación y requiere mucha atención por parte del soldador para que la soldadura sea de buena calidad. Cabe aclarar que pequeñas fisuras en una soldadura tienden a propagarse rápidamente, es por esto que se precisa especial atención en esta operación para asegurar la calidad.

En este proceso se analizarán distintos métodos de soldado<sup>7</sup>, para analizar cuál es más conveniente para nuestro caso:

- Soldadura por arco manual con electrodos revestidos
- Soldadura por electrodo no consumible protegido (TIG)
- Soldadura por arco sumergido (SAW)
- Soldadura por electrodo consumible protegido (MIG y MAG)

### Soldadura por arco manual con electrodos revestidos



Figura II.10. Soldadura por arco manual c/electrodos revestidos

La característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos, en inglés Shield Metal Arc\_Welding (SMAW) o Manual Metal Arc Welding (MMAW), es que el arco eléctrico se produce entre la pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el

---

<sup>7</sup> Fuente: [www.soldanet.com.ar](http://www.soldanet.com.ar), corroborada por 2 soldadores calificados y apuntes de la materia Materiales y Procesos

calor del arco, el extremo del electrodo funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base

Este proceso de soldadura un método muy útil por su simplicidad y, por tanto, su **bajo precio**. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado.

Sin embargo, el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su automatización o semiautomatización y su aplicación es esencialmente manual. **Es un proceso principalmente para soldadura a pequeña escala**. El soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo.

Debido a que se trata de un proceso para baja escala, ya que el soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo, se pierde un tiempo considerable y no es apto para la producción industrial necesaria. A menos que en los siguientes análisis se pueda encontrar un método más productivo éste **se puede tener como alternativa**.

### **Soldadura por electrodo no consumible protegido (TIG)**

El objetivo fundamental en cualquier operación de soldadura es el de conseguir una junta con la misma característica del metal base. Este resultado sólo puede obtenerse si el baño de fusión está completamente aislado de la atmósfera durante toda la operación de soldeo. De no ser así, tanto el oxígeno como el nitrógeno del aire serán absorbidos por el metal en estado de fusión y la soldadura quedará porosa y frágil. En este tipo de soldadura se utiliza como medio de protección un chorro de gas que impide la contaminación de la junta.

La sigla TIG es por Tungsten Inert Gas, hace referencia, primero, al material que conforma el electrodo no consumible (Tungsteno) y en segundo lugar al tipo de gas se utiliza para aislar la soldadura de la atmósfera. Los gases más utilizados para tal fin son Helio (He) y Argón (Ar), de acuerdo a su disponibilidad y costo.

Como el electrodo es no consumible, el material de aporte debe ser agregado de manera aparte y este material debe ser de la misma o similar composición al metal base.

La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, **la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos**

Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un **flujo continuo de gas**, con la subsiguiente instalación de tuberías, bombas y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una **mano de obra muy especializada**, lo que también **incrementa los costes**. Por tanto, no es uno de los métodos más utilizados sino que **se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión**.

De lo mencionado en el último párrafo se desprende que este método es de muy alta calidad y está concebido para aplicaciones mucho más exigentes que las necesarias para la producción de un SD. Por lo que **se descarta este procedimiento**.

### Soldadura por arco sumergido (SAW)

El proceso de soldadura por arco sumergido, también llamado proceso SAW (Submerged Arc Welding), tiene como detalle más característico el empleo de un flujo continuo de material protector en polvo o granulado, llamado flux. Esta sustancia protege el arco y el baño de fusión de la atmósfera

**Este proceso está totalmente automatizado y permite obtener grandes rendimientos.**

El electrodo de soldadura SAW es consumible, con lo que no es necesaria aportación externa de fundente

El flux, o mejor dicho, los fluxes, son mezclas de compuestos minerales varios (SiO<sub>2</sub>, CaO, MnO, etc) con determinadas características de escoria, viscosidad, etc.

Este proceso es bastante versátil; se usa en general para unir metales férreos y aleaciones, y para recubrir materiales contra la corrosión (overlay). Además, permite la soldadura de piezas con poca separación entre ellas., EL flux además evita que el arco se desestabilice por corrientes de aire. La soldadura SAW puede aplicarse a **gran velocidad en posiciones de sobremesa**, para casi cualquier tipo de material y es altamente automatizable.

En cambio, la mayor limitación de este proceso es que **solo puede aplicarse en posiciones de sobremesa** y cornisa, ya que de otra manera el flux se derramaría. **Flux que ha de ser continuamente aportado, lo cual encarece el procedimiento y aumenta sus probabilidades de fallo.**

La principal forma de uso de este tipo de soldadura es para soldaduras rectas y largas, **con espesores de más de 5mm**, es por eso que este proceso tiene su mayor campo de aplicación en la fabricación de tuberías de acero en espiral y en la soldadura de casi cualquier tipo de aceros.

Al tratarse de una soldadura puntual de pequeño espesor y ser el flux un material de aporte relativamente caro, **no es aplicable tanto desde lo técnico como desde lo económico**, ya que es un producto relativamente comoditizado y en el mercado el precio es un factor decisivo en varias ocasiones.

### **Soldadura por electrodo consumible protegido (MIG y MAG)**

Este método es similar al anterior, con la salvedad que no necesita material de aporte externo ya que el mismo electrodo es el que lo aporta.

Las siglas MIG y MAG corresponden a Metal Inert Gas y Metal Active Gas. En el primer caso el gas es inerte y no participa en la reacción de la soldadura mientras que en el segundo caso funciona como oxidante o reductor.

Como gas activo en general se usa CO<sub>2</sub>, pero posee el inconveniente de generar oxígeno durante la soldadura, lo que genera poros en la soldadura y disminuye su calidad y resistencia. De todos modos el método es muy utilizado en soldaduras que no se ven sometidas a esfuerzos importantes, como es el caso de estudio.

Una de las principales ventajas de éste método es su **elevada productividad** facilidad de automatización y versatilidad.

El mayor problema es la necesidad de aporte tanto de gas como de electrodo, lo que multiplica las posibilidades de fallo del aparato, además del lógico encarecimiento del proceso, reposición de tubos de gas o instalaciones en casos en que haya automatización del proceso.

Este proceso (MAG) cuenta con una elevada productividad y a pesar de ser más costoso que un SMAW, el costo por unidad es menor lo que lo hace más conveniente. Además se puede utilizar tanto en el caso que las operaciones se hagan manualmente como en el caso en que se hagan automatizadas. **Por lo antedicho se toma este método.**

En conclusión por ahora se toma el MAG ya que la calidad requerida de la soldadura no es muy alta, el gas CO<sub>2</sub> es más barato que los inertes.

**Finalmente se elije el método MAG, sin descartar al método de soldadura por arco manual con electrodos revestidos como auxiliar temporario en caso de falla del primero.**

## Punzonado

El punzonado es la 5ta operación que se realiza en el proceso definido, pero podría realizarse previo al doblado del caño. En general se opta por doblar y luego perforar ya que al doblar se generan esfuerzos de compresión y de tracción en el caño que pueden deformar los agujeros. De todos modos dado que las piezas tienen altas tolerancias, en la práctica no se presentan mayores inconvenientes, pudiéndose realizar la operación antes o después del doblado.

Para hacer los agujeros se utiliza un balancín de 25Tn con una matriz preparada para realizar los agujeros necesarios en 2 caños al mismo tiempo.



Figura II.11. Balancín 25Tn

La operación básica del balancín es realizar un golpe con presión que, con punzón que perfora el caño con una presión determinada por el tonelaje de la máquina. El costo de los balancines es aproximadamente de 1.000\$/Tn, así que un balancín de 25Tn ronda los \$ 25.000.

Para perforar una pieza en U son necesarias 2 matrices. Una realiza los agujeros del frente y detrás del lateral en los puntos donde se engancha al lateral, la tijera y la planchuela, siendo en total 6 perforaciones, 3 frontales (Ver fotografía del SD) y 3 en la parte de atrás. La segunda matriz hace los agujeros para que más adelante se inserte la varilla dulce que sostiene a la lona del asiento.

Primeramente se acomodan las piezas en la matriz, se presiona el pedal del balancín y el mismo realiza las perforaciones. Luego se retiran las piezas se las rota 180° y se realiza la misma operación para las perforaciones de atrás. Siguientemente se acomodan las piezas en la otra matriz (ubicada normalmente en otro balancín, para evitar recambios de matrices) y se realizan las perforaciones de la varilla dulce



Figura II.12. Perforaciones frontales de la U del SDCR

Análogamente sucede algo muy similar con el lateral pero en este caso se realizan sólo 2 perforaciones en el frente y 2 iguales en la parte de atrás.

La operación es igual al caso de la U y en lo que respecta a los agujeros de la base del sillón (dónde irán los Regatones de la Base) se utiliza otra matriz.



Figura II.13. Perforaciones Laterales del SDCR

Como resultado se podrían tener 4 balancines trabajando en paralelo de 25Tn cada uno, rondando una inversión de \$100.000 aproximadamente y obteniendo una productividad de de 600 SDCR por hora.

Existe otra opción que es una punzonadora recta que realiza primero todos los agujeros antes del doblado de la pieza. Su funcionamiento es a base de pistones hidráulicos-neumáticos, que permiten dar la presión y la precisión requeridas. El sistema hidráulico interviene en el momento de la compresión de los pistones (marcados en círculos rojos) y en el punzonado. Luego interviene el sistema neumático para separar los punzones de la pieza y abrir los pistones para retirarla. El precio de la misma ronda los \$ 60.000. En este caso se trató de un diseño propio de la compañía y la máquina fue hecha a medida.

La productividad de la punzonadora recta ronda las 480 unidades por hora,



Figura II.14. Punzonadora Múltiple Recta

Se analizarán también la posibilidad de utilizar otra máquina punzonadora que realizan todos los punzados del lateral y de la U en un solo paso, se trata de otro desarrollo de la compañía. Esta vez el precio ronda los 120.000\$ y su productividad se estima en el doble del de la punzonadora recta ya que hasta ahora no se ha puesto en práctica.

A continuación se presenta el análisis comparativo.

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SILLONES DIRECTORES DE CAÑO REDONDO EN UN GALPÓN DE 1.250M<sup>2</sup>.

4 Balances																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión	-10000	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380	-2380
VAI (\$/h)	\$ 543.268,8																								
Producción (SQ/h)	860																								
VAI/Producción	495,69																								
Costo de 1 operario=35\$/h																									
1 mes laboral= 22 días																									
Jornada 9h/día																									
Gasto total mensual -2280 (4 operarios)																									
Punzonadora Recta																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión	-6000	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570
VAI (\$/h)	\$ 143.653,2																								
Producción (SQ/h)	400																								
VAI/Producción	274,28																								
Gasto total mensual -570																									
Punzonadora Múltiple																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión	-12000	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570	-570
VAI (\$/h)	\$ 188.268,8																								
Producción (SQ/h)	1200																								
VAI/Producción	157,29																								
Gasto total mensual -570																									

Tabla II.3: Comparativa de Punzonadoras

De las tablas anteriores, siguiendo el criterio utilizado para los análisis anteriores se concluye que la **Punzonadora Múltiple es la maquinaria más conveniente.**

## Desengrasado y Fosfatizado

Luego de finalizada las formas de las piezas, se procede a su terminación superficial, con el doble objetivo tanto estético y como de protección contra la oxidación.

Previamente a aplicar la pintura sobre las piezas de metal, éstas deben ser acondicionadas para que la pintura se adhiera a la superficie adecuadamente.

La fabricación de los caños es a partir de bobinas de chapas, que luego de ser flejadas, son conformadas hasta que alcanzan la forma deseada (redonda en este caso, pero podría ser ovalada o de rectángulo con bordes redondeados) y luego, estos caños son soldados, cerrando la forma deseada del caño.

Durante el conformado de la chapa, ésta debe ser lubricada constantemente para que se mantenga la integridad estructural del caño y no se destruya.

Luego, a pesar de limpiarse previamente a la entrega, **siempre queda una capa de grasa alrededor del caño que evita que la pintura se pueda adherir eficientemente.** Luego es por esto que se realiza el desengrasado y el fosfatizado.

El desengrase ayuda a que el fosfato se pueda adherir a la superficie del caño y éste último sirve de base para la pintura, la cual necesita una base rugosa para adherirse.

Hoy en día se hace todo el proceso con un solo producto que transforma la grasa en fosfato y se rocía sobre la pieza, con una pistola a presión de aire, similar a las utilizadas para pintar, dentro de una batea como la que se muestra a continuación:



Figura II.15. Batea de Desengrasado y Fosfatizado

Luego de la aplicación del producto sobre la pieza, ésta se puede comenzar a pintar. La pieza queda recubierta como por un “talco” (fosfato de hierro) y se estiva a la espera del siguiente proceso.

## Pintado

El proceso de pintado consta de 2 partes, la primera, que se muestra en la foto siguiente es la cabina de pintado dónde, mediante pistolas electrostáticas, con alimentación de aire a presión, se aplica la pintura a las piezas fosfatizadas.

Existen 3 tipos de pintura, epoxi, poliéster e híbridas. Las epoxi no se usan casi porque si bien son resistentes, no son muy flexibles y se resquebrajan. Las poliéster son de menor resistencia pero mayor flexibilidad. Finalmente se buscó en la combinación de ambas un compromiso entre resistencia y flexibilidad y ésta es la utilizada hoy en día para la producción de sillones directores de caño.

La pintura utilizada se adhiere por carga electrostática a la superficie del caño fosfatizado, el cual es conductor, caso contrario no podría utilizarse este tipo de pintura ya que no se adheriría correctamente.

La siguiente foto muestra como se cuelgan las piezas en ganchos, a lo largo de una cadena de traslado. La velocidad de traslación de la cadena es constante y se encuentra determinada por el tiempo que la pieza debe pasar a través del horno de manera que la pintura se funda y adquiera la viscosidad y espesor requeridos.



Figura II.16. Batea de Pintura

Como la velocidad de traslación de los ganchos es constante, la productividad de una máquina de pintura se mide en m<sup>2</sup> pintados por hora. Por ende para maximizar la eficiencia de la máquina y del proceso se debe maximizar la superficie pintada por gancho. De este hecho se desprende que se utilicen bastidores que permitan acomodar las piezas en los mismos para maximizar el área pintada por gancho.

### El horno



Figura II.16. Horno de Pintura (Vista trasera)



Figura II.17: Horno de Pintura (Vista Delantera)

Las fotos previas muestran como se encuentra el horno, se puede ver en la última que el horno está por sobre el nivel del suelo hasta aproximadamente 5m, en su parte más elevada y 2,5m en su parte más baja. El objetivo es que se genere un flujo de calor que tienda a quedarse en el horno. Como el calor sube por diferencia de densidades, al poner la entrada del horno más baja genera que una mínima porción del calor se escape (por conducción solamente) y se forme un flujo de calor que tienda a quedarse dentro del horno.

Existen otros hornos a nivel del suelo, más chicos en general pero mucho menos eficientes, ya que al estar al nivel del piso el calor se escapa por las necesarias aberturas que tiene. Esto se podría disminuir instalando correspondientemente a la entrada y a la salida del mismo ventiladores generadores de pantallas (se le dice cortina de aire) de aire, similares a los que se instalan en los locales comerciales con aire acondicionado para evitar que el frío se escape por las puertas. Aun considerando lo anterior siguen siendo más eficientes los hornos elevados ya que no tienen la pérdida de energía que conlleva una pantalla de aire.

Es por esto que **se resolvió elegir el horno elevado por sobre el horizontal** para la línea del SDCR.

El horno de la foto posee 2 pirómetros, que miden la temperatura en el nivel superior (cercano al techo) y el nivel inferior cercano al piso del mismo y un regulador de frecuencia que maneja la velocidad de desplazamiento de los ganchos. Se requieren 2 pirómetros porque por la convección existen 2 temperaturas las cuales no deben diferir mucho para que exista homogeneidad en la distribución del calor en el horno.

La temperatura del horno debe ser de aproximadamente 185 °C y, dependiendo del número de piezas, su forma y espesor, se regula la velocidad de desplazamiento de

los ganchos de manera que la pieza alcance la temperatura requerida (que no se mide con los pirómetros, éstos sólo miden la del horno) para que la pintura en polvo se derrita y forme una capa de 50 micrómetros de espesor.

Horno Continuo																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión	-400000	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680	-22680
VAN (5%)	<b>-619.003,04</b>																								
Producción	400																								
VANProd	<b>1.691,57</b>																								
Costo de 1 operario= 3000h 1 mes laboral= 22 días Jornada 8 horas Costo total = 22680 (4 operarios)																									
Horno Horizontal																									
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inversión	-1620000	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010	-17010
VAN (5%)	<b>-337.828,71</b>																								
Producción	135																								
VANProd	<b>2.502,40</b>																								
Costo total = 17010 (3 operarios)      SET TOMA EL DE INDICE VANPRODUCTIVIDAD MAS BAJO																									

Tabla II.4: Comparativa de hornos de pintura

## Armado del sillón

El armado de un sillón conlleva varios pasos. Algunos de los cuales se pueden realizar como operaciones paralelas, es decir, al mismo tiempo.

### Puesta de Regatones base

Por un lado, a los laterales, se les ponen los Regatones de 1 " Exterior y luego se colocan los regatones de pie en la Base del sillón .

Se acomodan los laterales en una mesa como la que se presenta en la siguiente foto:



Figura II.18. Mesa de Regatones Base

Se acomodan los laterales, de modo que el lado base quede apuntando hacia arriba y las perforaciones de la base sobre las maderas. Luego con un martillo de Plástico (para evitar que raye al sillón) se ponen los regatones base y los regatones de los laterales.

### Formación de las tijeras

Al mismo tiempo, por otro lado, las U se remachan para formar la tijera y se les remachan las planchuelas a la misma, tanto del lado de adelante como el de atrás, totalizando 8 remaches.



Figura II.19. Remachadora Orbital FIAMH

## Remachado

Finalmente ambos procesos se juntan para la finalización del armado del SD.



Figura II.20. Mesa de Remachado del SD.

En la misma hay una morsa hidráulica que agarra el sillón por el lateral (ver círculo rojo), se introduce el lado del respaldo como muestra la figura, el operario de la izquierda cierra la morsa, levantando un pedal que se encuentra en el suelo y ésta, al cerrarse, inmoviliza el lateral. Una vez realizados los remaches con el pedal se libera la pieza, se la rota en el sentido señalado y se remacha el otro lado del SD.

En esta operación se remacha la U al lateral tanto de un lado como del otro del sillón, totalizando 8 remaches. Dos remaches por trabajador, uno con la planchuela y

el lateral, otro con la tijera con el lateral, de cada lado del sillón y luego otros 2 remaches más por operario.

Esta operación se realiza con una remachadora manual (señalada en verde). En este punto finalizan las operaciones tipo PUSH, es decir que se pueden hacer antes que el cliente llame ya que todos los SDCR son iguales hasta este punto. **Los pasos siguientes se realizan una vez hecho el pedido por el cliente y representan la parte PULL del proceso.** Luego de esta operación se almacenan las estructuras del SDCR en el depósito hasta que sean solicitadas por el cliente.

### Armado varilla dulce

La varilla es de acero SAE 1010, de 40 cm y se compra doblada. Se compran las varillas cortadas y dobladas en los bordes 120°, de modo que cuando sean insertadas en el caño tiendan a comprimirse contra el mismo y así aumentar su adherencia.



Figura II.21. Varilla Dulce

El proceso es manual y muy sencillo, se introducen las varillas en las lonas, y luego se arma como se muestra en la figura.



Figura II.22: Armado de las Varillas Dulces.

Esta parte de la fabricación es una de las más manuales, no requiriendo prácticamente herramienta especial, permitiendo una **gran flexibilidad sobre el lugar a realizar la operación.**

### Fijación del respaldo

Por último se pone la lona del respaldo y con un tornillo de punta mecha, que si bien es más caro que un tornillo común, agujerea, agarra y aprieta la lona del sillón en una sola operación para evitar que el respaldo se pierda con el manipuleo y durante el uso del sillón.



Figura II.23. Punta mecha del respaldo

Finalmente el SDCR se encuentra listo para el palletizado y la entrega final.

## Lonas

Hay varios tipos de telas con las que se pueden hacer el SDCR:

- Cobertura o Lona Vinílica.
- Cordura o Lona Poliéster – Vinílica.

Siendo la cobertura la más usada para los SDCR y excepcionalmente la de cordura. La primera es más resistente a la exposición solar y a la humedad al encontrarse recubierta.

La lona viene en rollos de 50 m x 1,5 m en general pero su longitud puede variar entre 40m y 60m y su ancho entre 1,2m y 1,7m.

## Cortado de la lona

La lona que viene en rollos es cortada de acuerdo a su uso, para el caso del SDCR la lona se corta en rectángulos de 73 x 23 cm para el respaldo y 63 x 38 cm el asiento. Con cortadoras de tela eléctricas, que cortan varias lonas simultáneamente de hasta 20 lonas por vez. Representando una operación muy simple y ágil frente a las otras. Permitiendo también cierto adelanto en ocasiones que se sepa que determinado color de lona vaya a ser pedido por estar de moda o por viejos y confiables clientes.

## Serigrafía

Una vez cortada la lona ésta pasa a la sección de serigrafía donde se le estampa el logotipo deseado. Esta sección es un constante interrogante sobre su productividad, ya que varía mucho si el logotipo ya fue pedido previamente o no.

En caso que el logotipo solicitado no se haya pedido anteriormente, éste debe producirse sobre una matriz, para luego poder utilizar la misma para hacer las impresiones. El preparado de esta matriz es un proceso largo y además es muy variable de acuerdo a la cantidad de colores del logotipo. Por esto, es prácticamente imposible predecir con certeza la producción.

En cambio si el caso es que ya existe la matriz del logo el proceso es mucho más simple ya se puede comenzar rápidamente a imprimir.

Las impresiones pueden realizarse de manera manual o automática. La impresora serigráfica automática es aproximadamente el doble de productiva que la manual. Pero sólo se justifica para partidas grandes del orden de 500 o más impresiones ya que requiere más preparativos que la manual.

Por otro lado la manual permite trabajar más fácilmente con varios colores simultáneamente, lo que puede ser conveniente en los casos de los logos con muchos colores.

### Costura:

Todo el perímetro de estos dos cortes de tela, se refuerzan con un dobladillo y una doble costura realizada con una maquina de costura industrial tipo recta de triple arrastre. Utilizando hilo de coser de Nylon de espesor Nro 40 lo que permite obtener un producto de muy buena calidad y resistencia.

### Palletizado

Los SDCR son cubiertos por bolsas de nylon, de 30 micrones de espesor, para evitar que cuando se los palleticen se rayen al entrar en contacto unos con otros. Los mismos son palletizados en pallets de 50 sillones, con film de nylon que posee una gran elasticidad y permite que cuando se relaja la tensión aplicada se contrae ajustando y manteniendo los sillones en su posición. Por último una vez apilados todos los sillones, como segundo método de ajuste, se utilizan zunchos (tiras negras plásticas) que le dan el ajuste final a la carga.



Figura II.24. Pallet de 50 SDCR



De manera preliminar se consultó a un experto dentro de la empresa, y en conjunto con el autor de la tesis se bosquejó un Lay-Out preliminar, basado en el sentido común y la experiencia. Uno de los objetivos de la presente tesis va a determinar con mayor exactitud el Lay-Out óptimo, tomando en cuenta las dimensiones de las máquinas, espacios necesarios para operarla y las estivas de materiales antes y después del proceso.

En otro sentido el movimiento de materiales entre cada una de las estaciones de operaciones se hará con carritos diseñados con dimensiones convenientes para el semielaborado a movilizar.

El esquema resultante fue el siguiente

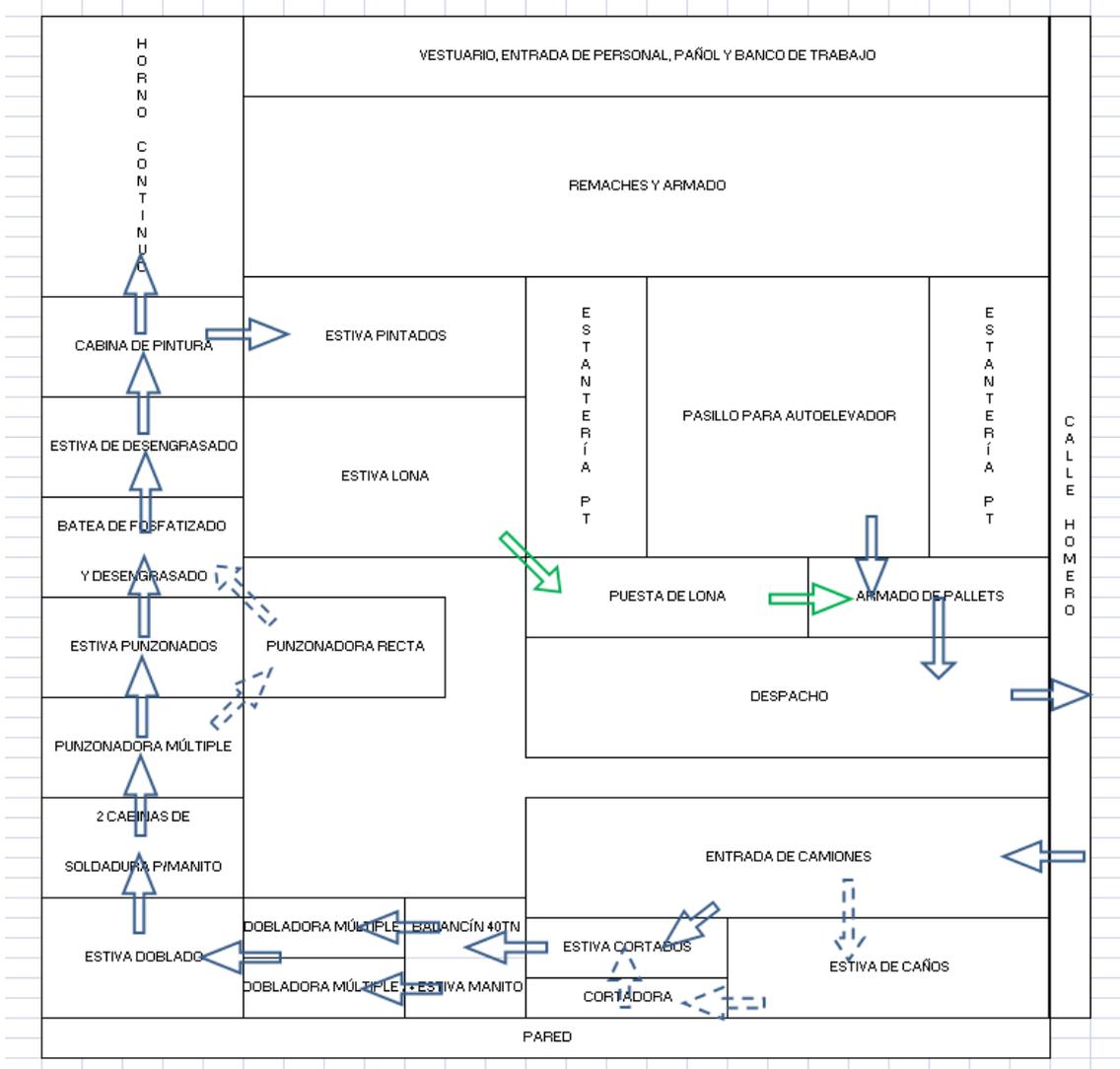


Figura III.2: Esquema Preliminar del Lay-Out

El esquema fue realizado a escala, tomándose el espacio entre las líneas que sobresalen del esquema como 1m. De todos modos las medidas exactas de cada una de las zonas serán expuestas en el análisis de cada una de las zonas. Las flechas azules muestra el orden general del flujo de materiales dentro de la fábrica (en realidad habrá 2 flujos principales, el del lateral y el de la U, que se diferencian en algunos procesos, como se explicó anteriormente).

El siguiente esquema muestra de manera sencilla las diferencias:

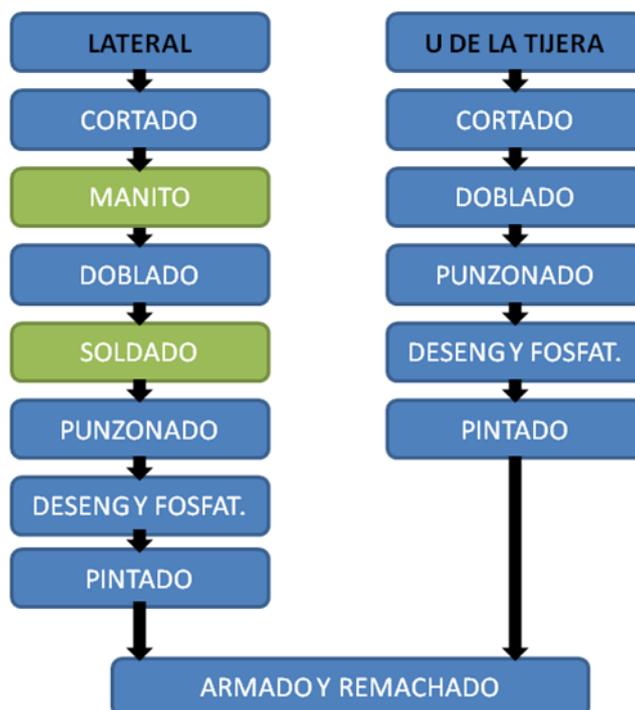


Figura III.3. Diagrama de procesos multi-columnar.

Las flechas punteadas son flujos posibles de acuerdo al proveedor y el nivel de productividad necesario. Si el proveedor entrega el caño ya cortado a medida, el caño irá directamente al Balancín de 40 Tn (donde se hace la manito), sino tendrá que ser cortado previamente. Luego la punzonadora recta será utilizada en paralelo a la punzonadora múltiple, es decir entrará a funcionar eventualmente cuando ésta se encuentre saturada, o se rompiese. Cabe aclarar que si se utiliza la punzonadora recta, la operación de doblado se realiza luego del punzonado, mientras que la múltiple el punzonado se realiza luego del doblado (y luego de la manito y soldado en el caso del lateral).

Las flechas verdes muestran el flujo de materiales de la lona de los SD. El proceso de impresión, como se vio previamente, es uno de los últimos pasos a realizarse en la producción del SD.

Las impresiones de las lonas se hacen sólo a contra pedido (sistema pull) ya que son éstas impresiones las que diferencian un SD de otro y las especificaciones son dadas por el cliente (logo y cantidad de colores). Contrariamente, el resto del sillón se puede producir por sistema push, es decir anticipándose al pedido, de manera tal que cuando éste pedido ocurra el SD ya esté armado y sólo haga falta imprimir el logo en la lona, poner la lona en el sillón, palletizarlo y enviarlo directamente al cliente.

Las impresiones de las lonas, se realizarán en otro lado, y luego éstas serán traídas hacia la fábrica para ser puestas en la etapa final previa a la entrega.

Además como ya se mencionó en el Capítulo 2: Procesos de Fabricación, la operación de pintura es muy variable, dependiendo si ya existe o no la matriz del logo. Esto depende si la empresa compró previamente o si es la primera vez que lo hace. Ya que una vez hecha la matriz queda guardada dentro de la empresa para futuros usos. Es por esto que **el balance de línea se limitará al SD previo a la puesta de la lona, es decir la parte “push” del proceso de producción.** Además otra razón más para separar los procesos es que las ventas de este producto son de carácter sumamente estacional y los SD que son almacenados en grandes cantidades y luego se venden en grandes cantidades también en períodos de tiempo relativamente cortos, durante los meses más calurosos.

## Productividades

Ahora comenzaremos a enlistar las productividades de cada uno de los procesos. Teniendo en cuenta que se trabaja de 7 a 16hs con un descanso de 1 hora para comer de 12 a 13 hs de lunes a viernes, dando un total de 40hs semanales (8 horas por día de trabajo). En base al tiempo en planta se estimarán las producciones mensuales teóricas e ideales y luego se aplicarán los suplementos correspondientes.

En el siguiente esquema se muestran los suplementos considerados:

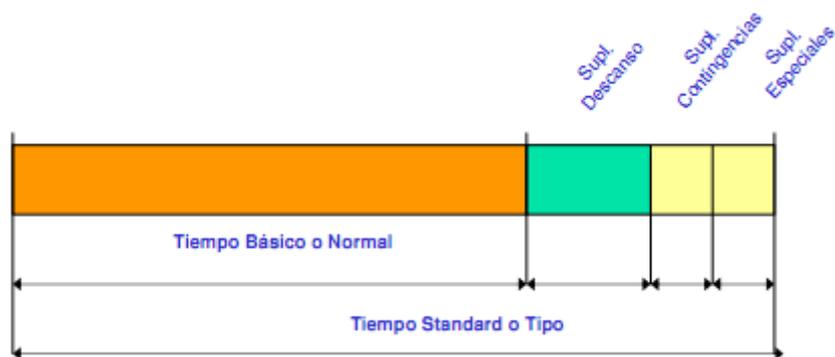


Figura III.4. Esquema de Suplementos (no a escala)<sup>8</sup>

Suplementos	Porcentual	Tiempo (hs)
Necesidades Personales	7%	0,63
Fatiga Básica	4%	0,36
Contingencias	4%	0,36
Especiales	5%	0,45
<b>Suplementos Totales</b>	<b>20%</b>	<b>2</b>

Tabla III.1: Suplementos

Los suplementos especiales, tienen en cuenta el set-up de las máquinas y recambio de matrices en caso de ser necesario.

## Factores que intervienen en un Lay-Out

Sea cual fuere la metodología utilizada en el Diseño del Lay Out, deben analizarse en forma sistemática y recurrente los siguientes ocho factores, conocidos como "Factores de Muther"<sup>9</sup>:

1. MATERIALES.
2. MAQUINARIAS.
3. MANO DE OBRA.
4. MOVIMIENTO DE MATERIALES.
5. ALMACENES Y DEMORAS.
6. SERVICIOS AUXILIARES.
7. EDIFICIO.
8. LOS CAMBIOS/LA FLEXIBILIDAD.

<sup>8</sup> Fuente: Cátedra de Organización de la Producción I del ITBA, apunte de clases

<sup>9</sup> Fuente: Cátedra de Organización de la Producción I del ITBA, apunte de clases

## Factor 1: Materiales

Una industria que fabrique un solo producto debe tener una distribución completamente diferente de la que fabrique una gran variedad de artículos. Una distribución para un solo producto deberá aproximarse mucho a la producción en cadena mientras que una distribución para muchos productos deberá aproximarse mucho a una distribución por procesos.

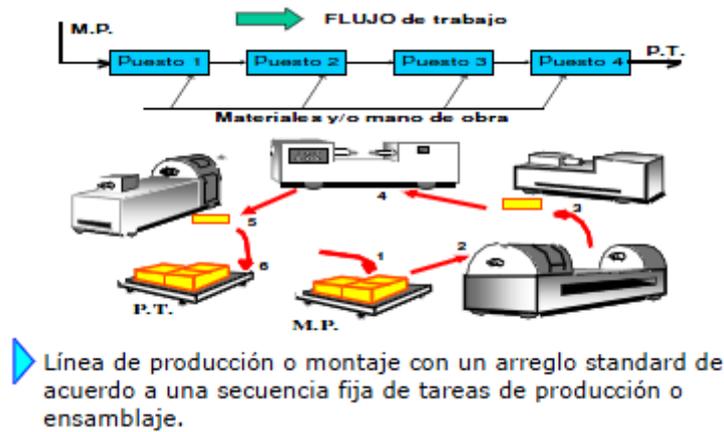


Figura III.5. Distribución por producto

La siguiente figura ilustra el principal compromiso entre una distribución por producto y una por procesos

### Relación: "Cantidad de Productos vs Producción"

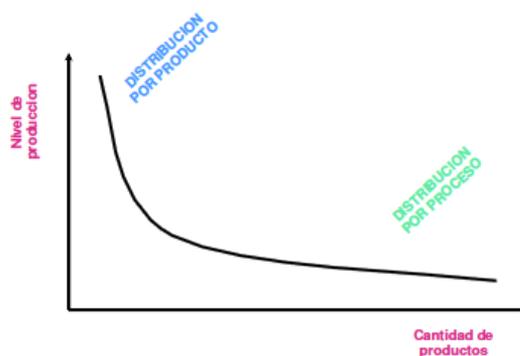


Figura III.6. Compromiso entre distribución por producto y por procesos

A continuación se expone una tabla que refleja las ventajas y desventajas de una distribución por proceso y una por producto

PROCESO	PRODUCTO
<p><b>•Ventajas:</b></p> <p>PROCESOS amplia gama</p> <p>FALLAS EQUIPOS tolera</p> <p>EQUIPAMIENTO universal</p> <p>MANTENIMIENTO no especializado</p> <p>REMUNERACIÓN incentivos individuales</p>	<p><b>•Ventajas:</b></p> <p>TIEMPO PRODUCCION bajo</p> <p>COSTO UNITARIO bajo</p> <p>STANDARIZACIÓN alta</p> <p>COSTO ENTRENAMIENTO bajo</p> <p>SUPERVISION bajo</p> <p>MANIPULACIÓN MATERIALES simple y poco costoso</p> <p>UTILIZACIÓN EQUIPOS alta</p> <p>PROGRAMACION baja</p> <p>MOD no requiere capacit especial</p> <p>STOCKS bajos</p>
<p><b>•Desventajas:</b></p> <p>STOCKS Mayor costos de inventarios</p> <p>PLANEAMIENTO Y CONTROL complejo</p> <p>EQUIPOS Menor utilización</p> <p>MOVIMIENTO DE MATERIALES más costoso</p> <p>PRECIO UNITARIO medio</p> <p>TIEMPO PRODUCCIÓN medio</p>	<p><b>•Desventajas:</b></p> <p>trabajos repetitivos</p> <p>FLEXIBILIDAD baja</p> <p>PARADAS MAQUINAS Altamente susceptible</p> <p>MANTENIMIENTO costoso</p>

Tabla III.2. Comparativa de distribución por proceso y por producto

Por lo antes expuesto, se elige una distribución por producto ya que el caso de estudio es de un solo producto.

## Factor 2: Maquinarias

Previamente a realizar un Lay-Out, es necesario hacer un profundo análisis de procesos para hallar el proceso y la maquinaria más acorde al nivel de producción y de calidad requeridos. Es ésta la razón por la cual se realizó primeramente el análisis de procesos y de la maquinaria del capítulo anterior. Como resultado del análisis anterior, se estimaron las productividades de cada uno de los procesos, llegando a la conclusión que con la maquinaria disponible cumple sobradamente con las exigencias de nivel de productividad presente y las requeridas a futuro, de por lo menos 5 años<sup>10</sup>.

Cabe aclarar que las maquinarias ya fueron adquiridas previamente al análisis y el mismo valida las máquinas compradas, pero también agrega otras opciones en el caso que por alguna razón, alguna quede inutilizada. Un ejemplo sería el citado caso del proceso de soldado, el cual actualmente es MAG pero del análisis se desprende que se podría reemplazar por un MIG o por un SMAW o MMAW.

<sup>10</sup> Fuente: Planificación de mediano plazo del dueño de la compañía.

También es necesario aclarar que los movimientos de materiales entre proceso se realizarán a través de carritos, que permitan mover varias piezas de una sola vez de manera tal de minimizar los movimientos de traslado de los operarios que no agregan ningún valor al proceso.

Proceso	Productividades ideales(unid/h)					Unid/ día	
	u/min	Laterales	U de tijera	SD	Total de SD	Total diario	c/suplementos
Cortado (en caso que se necesite)	10	600	600	150	150	1200	960
Doblado	4	360	480	103	90	720	576
Manito	10	600		300	300	2400	1920
<b>Soldado</b>	1,5	90		45	<b>90</b>	<b>720</b>	<b>576</b>
Punzonado	12	720	720	180	180	1440	1152
Deseng y fosfatiz	8,3	500	500	125	125	1000	800
<b>Cabina y horno de pintura</b>	6,7	400	400	100	<b>100</b>	<b>800</b>	<b>640</b>
Remachado	2			120	240	1920	1536
Armado	1			60	180	1440	1152
Palletizado	2			120	360	2880	2304

Tabla III.3. Productividades<sup>11</sup>

#### Aclaraciones:

ACLARACIONES	
Cortado	Con la cortadora con alimentador
Doblado	Con la dobladora múltiple de a 4 caños(en total SD) por vez
Manito	Con el balancín de a 1 por vez
Soldado	Con el sist. MAG
Punzonado	Con la punzonadora múltiple
Deseng y Fosfatizado	En la batea
Remachado	Manual, incluye la operación con las Remachadora Orbital
Armado	Manual, incluye puesta de lona y tornillos del respaldo
Los procesos en rojo son las operaciones más críticas para la calidad del producto	
Las productividades es si hace <b>SÓLO</b> la pieza mencionada, por lo que no se suman las L y las U	
Las resaltadas en rojo son el cuello de botella	

Tabla III.4. Aclaraciones sobre Productividades

<sup>11</sup> Fuente: Opinión del operario, de su supervisor y corroborado por el autor a través de cronometraje.

## Requerimientos del proceso:

Los requerimientos de la maquinaria en función del proceso elegido son:

- Peso
- Mantenimiento
- Requerimientos especiales
- Espacio forma y altura, carga y descarga

### Peso

Ninguna de las maquinarias utilizadas en el proceso posee pesos que por su magnitud requieran adaptaciones especiales a los suelos en los cuáles se instalan. De igual manera los almacenes no necesitan trabajos especiales, más allá del suelo de cemento liso usual.

### Mantenimiento

Para realizar las tareas de mantenimiento se permite utilizar áreas asignadas originalmente a otros usos, como puede ser el área de trabajo del operario, ya que cuando se realiza el mantenimiento éste no se encuentra operando o las mismas áreas de estivas ya que están ocupadas por carritos que pueden desplazarse fácilmente. Además, exceptuando el horno y la cabina de pintura la mayoría de las máquinas se pueden desplazar en caso de ser necesario con la ayuda de unos pocos operarios.

### Requerimientos especiales

Los que necesitan atenciones especiales son el de pintura, soldado y desengrasado y fosfatizado.

En cuanto a la pintura, es necesario, además de las máscaras y gafas protectoras de la cabina de pintura para los operarios, el horno necesita una instalación de gas especial para los quemadores y ventilaciones para los gases producidos en la combustión. Teniendo en cuenta esto, se buscará por cuestiones tanto económicas, como de simplicidad y seguridad, poner el horno cerca del ambiente exterior (cerca de alguna pared del galpón), para que los gases rápidamente sean expulsados al ambiente exterior.

En cuanto al fosfatizado y desengrasado se ubicarán extractores de aire en la cercanía del ambiente para evacuar el polvo producto del proceso.

## Espacio, forma, altura, carga y descarga

Se tomaron las medidas de cada una de las máquinas y se calcularán los espacios de las estivas temporales, tanto previas como posteriores del proceso. Se tendrá en cuenta las productividades de los procesos tanto previos como posteriores para calcular dichas áreas involucradas.

Por último en cuanto a carga y descarga el flujo de materiales es recto en todos los casos excepto el del proceso de pintura el cual el flujo de materiales es en forma de U ya que de esta manera se optimiza el uso del horno (al haber 2 vías dentro del horno éste necesita ser más chico para que la pieza pase un determinado tiempo en el mismo).

A continuación se incorporará la **justificación de las superficies mínimas** para cada proceso del Lay-Out.

## Entrada de camiones y despacho

La entrada de los camiones a la fábrica será a través de un portón corredizo.

El camión de mayor tamaño que puede llegar a entrar para cargarse o descargarse es un semi. El mismo permite cargar hasta 24 pallets ARLOG, totalizando 12m de largo y 2,4 m de ancho. Luego el camión posee por su chasis medio metro más de cada lado de ancho y 1m más de largo. Teniendo en cuenta esto se toma, luego de incluir cierto espacio de margen de seguridad 14x3m<sup>2</sup> de ancho como Espacio para Posicionar el Camión. Cabe aclarar que los semi sólo se descargan lateralmente y los otros camiones, que sí se descargan por la parte trasera son más cortos, utilizándose la superficie sobrante como superficie de maniobras.

La descarga se harán con puentes grúa, autoelevadores o en caso de ser un pedido pequeño manualmente. Los autoelevadores necesitan 5 metros de pasillo para poder maniobrar correctamente, es por esto que el espacio de maniobras tiene este ancho. Igualmente este espacio es compartido con el espacio de maniobra de las estivas de caños ya que no se prevé que se descarguen y carguen las estanterías el mismo tiempo, si ese fuese el caso el autoelevador llevaría los caños directamente a cortado a doblado, de acuerdo a si vinieron ya cortados o no.

El despacho será de las mismas dimensiones y características que la entrada, compartiendo una zona de maniobras.

## Estivas de Caños

Los caños estándares son de 6m y en un semi entrarán como mucho 2 caños a lo largo. Teniendo en cuenta esto la superficie de estivaje para estos caños debería tener, como mínimo 6m de largo más un mínimo margen de 1m para permitir que se puedan acomodar los caños.

Con el objetivo de simplificar la descarga y evitar grandes apilamientos de tubos, que por cuestiones de seguridad no son recomendables. Se tomará una superficie de 3x14 m<sup>2</sup>. En la cual se instalarán arreglos de caños soldados con forma de U, montados sobre rieles.

Finalmente el movimiento se realizará con un autoelevador, en todos los casos por cuestiones de seguridad y comodidad.

Esta estantería contará también con la posibilidad de almacenar tanto los caños sin cortar como los cortados.

## Cortado

El cortado se realizará con una cortadora con alimentador automática. Para la máquina se tomará una superficie de 7x1m. Para el operador se tomará otra superficie de 2x2m y para la estiba de caños se tomará a la entrada 7x1m y a la salida habrá 2 estivas una para las U de las tijeras y otra para los laterales cortados. Como la longitud de los laterales es de 2,33 m y la de las U de 1,65m se estivarán directamente en carritos con dimensiones apropiadas, las estivas de salida se estimarán en 3x2m.

La estiva de entrada será de unos pocos caños apilados en un estante sencillo con forma de U.

Por último una vez alcanzado un cierto nivel en el stock de caños cortados, o en caso que exista un pedido explícito el carrito con los caños será movilizad por el empleado hacia el siguiente proceso.

## Manito

En el caso que sea un lateral previo al doblado se debe realizar la operación de la manito con el balancín de 40Tn (o de 25Tn, si se llegase a cambiar). La superficie dada para el balancín es de 1x1m<sup>2</sup> y la de trabajo para el operario de 2x3m<sup>2</sup>. Se estivarán los caños a la entrada de manera análoga a como se estivan en el cortado, con el mismo tipo de estante, pero adaptado a la medida de 2,3 m del caño lateral.

Finalmente la estiva a la salida será con un carrito para trasladar caños, con base de igual largo que el caño, como mínimo, similar al caso del cortado.

### Doblado

La estiva de entrada para este proceso se toma lo mismo que para el proceso anterior. En cuanto a la estiva de salida, los caños al quedar doblados se estivarán en carritos que posean caños paralelos al piso y de 2 pisos donde se puedan enganchar los laterales y las U de manera estable y segura.

### Soldado

El soldado es la operación más crítica en la fabricación del SD por **ser el cuello de botella**. Por esto se buscará que se encuentre trabajando el mayor tiempo posible, procurando que haya en todo momento stock en la Estiva de Entrada (E.E.). La misma se hizo con el doble de superficie que en el caso de otras, esperando que se vayan a estivar en este lugar más stocks que en cualquier otra Estiva de Entrada.

En este caso la estiva de entrada no será como en los casos anteriores ya que el producto vendrá doblado.

### Punzonado

Para la punzonadora múltiple se tomarán 2x2m<sup>2</sup> de superficie y otros 2x2m<sup>2</sup> para el operario. Las estivas tanto de entrada como de salida de la máquina serán iguales al caso del soldado ya que durante esta operación no se altera la forma de la pieza.

### Desengrasado y fosfatizado

La batea de desengrasado tiene 1x2m<sup>2</sup> aproximadamente y ésta es el área que se va a asignar a la batea. El operario trabaja directamente sobre la batea, no necesitando mucho espacio a su alrededor para operar. Y las estivas tanto de entrada como de salida son similares en cuanto a su forma al caso del punzonado y del soldado, utilizándose las mismas medidas.

### Cabina de pintura y horno

Este proceso es uno de los más críticos ya que la pintura tiene la funcionalidad tanto estética como de protección de la oxidación es decir de la calidad del producto. Para la cabina de pintura se necesitan unos 3x5m<sup>2</sup> y se toman 1m más de ancho para que los operarios que pintan y enganchan las piezas puedan trabajar cómodamente.

Las estivas de entrada serán análogas a las de desengrasado y fosfatizado, aptas para productos doblados.

Las estivas de salida, se realizarán sobre el mismo tipo de carros que se utiliza para transportar el material doblado con bastidores especiales para evitar que los caños se toquen entre sí mientras la pintura está húmeda.

### Remachado

Las estivas de entrada (E.E) serán del mismo estilo que el proceso anterior. Las estivas de salida se utilizarán carritos para trasladar los sillones armados.

En este caso se utilizarán varias Mesas de Remachado (M.R.), como se ve en la figura:



Figura III.7. Mesa de Remachado del SD.

Las áreas determinadas para los operarios es de sólo 1x1m<sup>2</sup> ya que no realizan mayores desplazamientos durante la operación y se toman 2x2m<sup>2</sup> para la mesa. Las estivas tienen las dimensiones usuales ya que no hay mayores transformaciones en los productos.

Cabe aclarar que el remachado se realiza en 2 partes, la primera es la formación de la tijera al remachar las 2 U con la remachadora orbital



Figura III.8. Remachadora Orbital

Luego una vez formadas las tijeras se terminan de remachar en la mesa de remachado. Para el remachado de la tijera sólo es necesario 1 operario al que se le asignarán 2x2m<sup>2</sup>.

### Armado

El armado consiste en poner las varillas dulces en las lonas, poner las lonas en el sillón y atornillar los respaldos. Todas estas operaciones no requieren maquinaria especial **y se pueden llevar a cabo prácticamente en cualquier lado**. En este sentido es una operación muy flexible y será la última en asignársele un lugar. Igualmente se buscará que se encuentre cerca del palletizado y de las estivas de las lonas y el depósito de producto terminado. El área delimitada para tal operación es de 2x2m<sup>2</sup> y de 1x1m<sup>2</sup> a cada operario, ya que las operaciones mencionadas se pueden realizar en paralelo.

Luego de armado el SDCR se procederá al almacenamiento en pallets especiales que poseen una estructura de caño que le da la forma de una jaula con sólo un frente abierto, donde se acomodan manualmente los sillones para su estiva. Estos pallets

### Estiva de Producto Terminado

Los estantes estándar son de 4x2m<sup>2</sup>. Se tomarán 10.000 SDCR como capacidad del almacén, lo que representa 1 mes de producción aproximadamente y se estivarán en pallets de 35 unidades. Cada módulo será capaz de almacenar 6 pallets. En total se necesitarían 4 estanterías de 12 módulos cada una, lo que da una superficie de

almacén de 14x15m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta los pasillos necesarios para las maniobras del autoelevador. (ver gráfico).

### **Palletizado**

El pallet Arlog tiene 1x1,2m<sup>2</sup> y luego son necesarios como mínimo 2 armadores con 1m de perímetro para poder moverse alrededor del mismo para acomodar los SDCR y poner el film y realizar el zunchado. También es necesario que haya lugar para que la zorra o el autoelevador puedan maniobrar para trasladar la carga hacia el camión. Por lo antedicho se toman 3x3m<sup>2</sup> de superficie para cada unidad de palletizado.

### **Vestuario, Entrada de Personal, Pañol Y Banco De Trabajo**

Para el vestuario y el baño se seguirá el convenio colectivo de trabajo del sindicato del plástico<sup>12</sup> (Ver Anexo Convenio Colectivo de Trabajo). Para tal propósito se tomará una superficie de 5x3m.

Por otro lado se destinará una superficie de 5x3m<sup>2</sup> para Pañol y Banco de Trabajo. En éste lugar se destinarán las herramientas y materiales necesarios para que los operarios puedan trabajar. Por citar algunos ejemplos, martillos de vidrio, alambre de soldadura, tubos de CO<sub>2</sub>, etc.

En lo que respecta al pasillo además de la circulación para el ingreso a la fábrica estarán los lockers personales para los empleados. Es por esto que son de 2m de ancho. Por último se tomará la superficie de 2x7m<sup>2</sup>.

Finalmente se presenta el Lay-Out, según las superficies tomadas:

---

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.uoyep.org.ar/sindicato.php?p=el2>

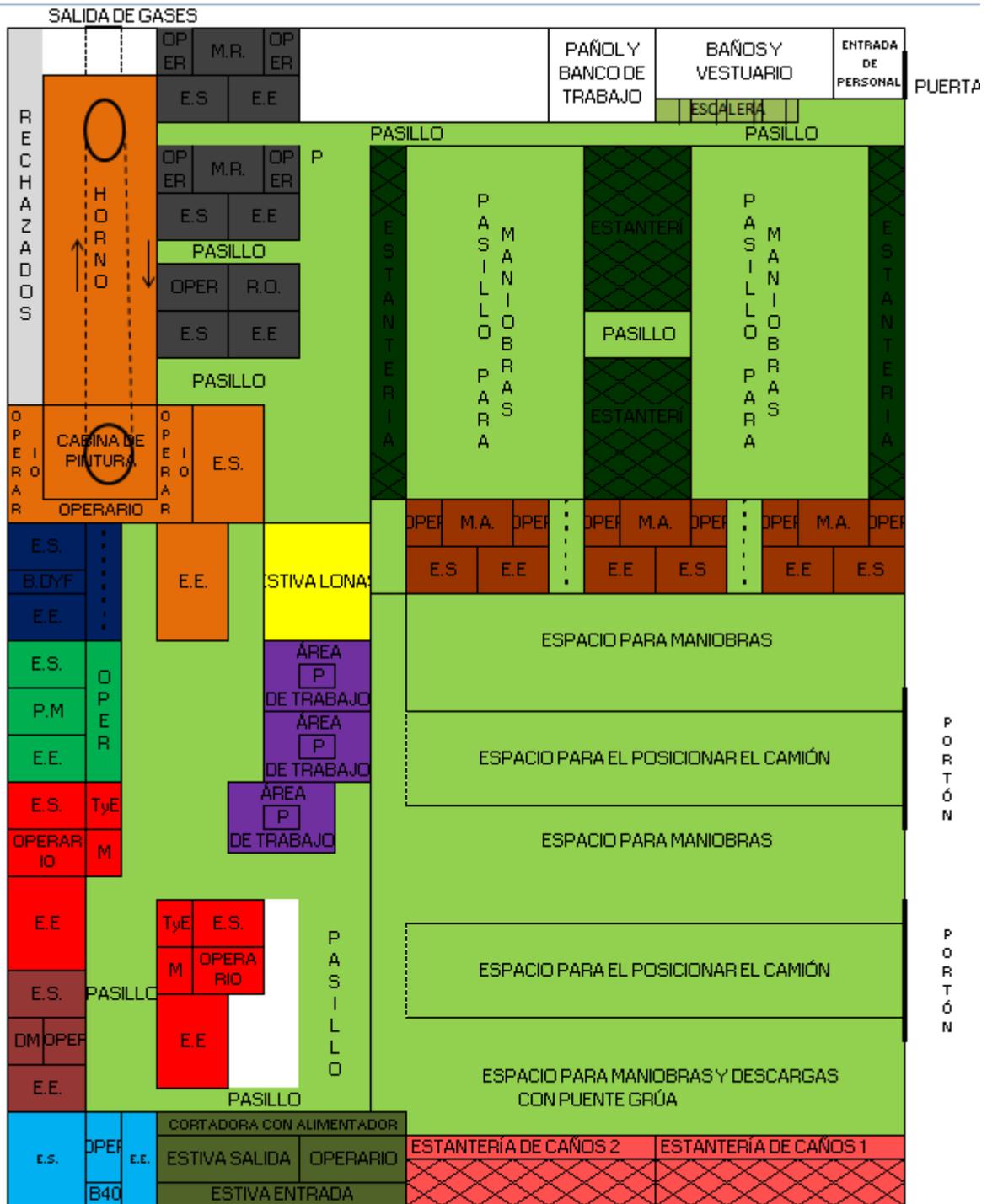


Figura III.9: Lay-Out de superficies

A continuación se presentan las referencias:

#### REFERENCIAS

B40T	BALANCÍN DE 40TN
DM	DOBLADORA MÚLTIPLE
M	MATRIZ DE SOLDAR
P	PALLET
B.DYF	BATEA DE DESENGRASADO Y FOSFATIZADO
MR	MESA DE REMACHADO
E.E.	ESTIVA DE ENTRADA
E	EXTRACTOR DE AIRE
E.S.	ESTIVA DE SALIDA
R.O.	REMACHADORA ORBITAL
TyE	Tubos de CO2 y Equipamiento de soldadura

Tabla III.5. Referencias de Lay-Out de Superficies.

### Factor 3: El Hombre

Las consideraciones sobre el factor hombre son:

- Seguridad y condiciones de trabajo
- Cantidad de trabajadores y turnos de trabajo

#### Seguridad y Condiciones de Trabajo

Los tipos de riesgos más comunes, según su origen son:

- Riesgo eléctrico: En cuanto al riesgo eléctrico, se verá que las máquinas se encuentren debidamente puestas a tierra y de instalarse disyuntores diferenciales y llaves térmicas en el sistema eléctrico de la fábrica.
- Riesgo mecánico: Se presenta en general en las máquinas punzonadoras, dobladoras y balancines, pero principalmente en las máquinas cortadoras. Las máquinas cortadoras llevarán protecciones en las sierras de modo que sólo quede expuesta la parte que corta. En el caso de los balancines se busca en general producir, en caso que sea posible con 2 piezas al mismo tiempo una en cada mano, con matrices especiales. De esta manera las manos del operario necesariamente tienen que estar sobre la pieza al momento del golpe. En general cuando se hace una pieza sola y es con ambas manos es porque su volumen o peso no permiten que se realice la operación con 1 mano solamente.
- Riesgo asociado a la circulación de equipos de movimiento (autoelevadores, similares) y manipuleo de cargas en altura: en las zonas de maniobra sólo

podrá haber autoelevadores o puentes grúa, estando prohibido el paso de personal en estas áreas a menos que no se utilicen los mencionados equipos y en caso de ser necesario se utilizará el mínimo personal necesario para la operación, como puede ser el enganchado de las tiras de caños al puente grúa. Siempre teniendo en cuenta las normas de operaciones para dichos aparatos.

- Riesgo de exposición a productos químicos: Éste riesgo de contempla principalmente en la batea de fosfatizado y desengrasado y en la cabina de pintura. En ambos casos se dotará de un extractor de aire y máscaras a los operarios de dicha zona.
- Riesgo de Explosiones o incendios: El riesgo de explosión e incendio se puede dar en la cortadora por fricción que puede generar chispas. En la sección de soldado y en el horno de pintura principalmente.

Siguiendo las Separatas de Legislación de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Art 176, que habla sobre los matafuegos, se instalarán un matafuego cada 200m<sup>2</sup> de superficie y la se tomará como 15m de distancia máxima para acceder a los mismos.

En el caso presente, al tratarse de una superficie rectangular, la primera condición incluye a la segunda, si se instalan equiespaciadamente, por lo que se instalarán 63 matafuegos ( $1.250m^2/20m^2=62,5$ , redondeado hacia arriba) de esa manera.

### **Cantidad de empleados y turnos**

Como se mencionó anteriormente cuando se habló de las productividades, el horario de trabajo es de 9 hs por día de lunes a viernes de 7 a 16hs, entre las cuales está incluida una hora de almuerzo. En consecuencia no hay complicaciones extra como sería el caso de más de 1 turno dónde entra y sale gente a la fábrica simultáneamente, debiéndose preveer espacios extras correspondientes.

En la siguiente tabla se presentan la cantidad mínima de operarios necesaria que se encuentren presentes para que la fábrica pueda producir. Cabe aclarar que el personal total será mayor ya que éste último toma en cuenta empleados administrativos mano de obra indirecta y gerentes, los cuales son variables pero no superan los 7 u 8.

<b>Proceso</b>	<b>Pers. Mín. Neces</b>
Cortado (en caso que se necesite)	1
Doblado	1
Manito	1
Soldado	2
Punzonado	1
Deseng y fosfatiz	1
Cabina y horno de pintura	4
Armado y remachado	6
Puesta de lona	1
Palletizado	2
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

Tabla III.6: Personal mínimo necesario.

Las cuatro posiciones de la cabina de pintura son un operario que calza las piezas en los bastidores (arreglos especiales para que la pieza se pueda pintar más fácilmente) 2 pintores que pintan cada uno de los lados de la pieza y el último que las desengancha cuando sale del horno y las coloca en la estiva de salida

#### **Factor 4: El Movimiento De Materiales**

El movimiento de materiales y su manejo dentro de la planta inciden fuertemente en el Lay-Out de la planta. El movimiento de materiales, ya sean materia prima, semielaborados o producto terminado, dentro de la empresa, no agrega valor en sí mismo sino que sólo genera costo, es por esto que se busca minimizar los movimientos tanto en cantidad como en distancia dentro de un proceso, siempre teniendo en cuenta la compatibilidad con otros los factores de la producción.

En el caso particular de análisis, por las características del lugar donde se va a instalar la línea de producción se escogió hacer un flujo de materiales tipo U, produciéndose la entrada y la salida de materiales por el mismo lado de la planta, ya que sólo uno de los lados del galpón da hacia la calle.

Los pasillos y los espacios para maniobras están previstos para el desplazamiento del personal y los materiales y herramientas de las máquinas. Éstos últimos son almacenados en el pañol y el banco de trabajo una vez finalizada la jornada laboral.

Es necesario aclarar que las zonas de trabajo de los operarios se encuentran levemente sobredimensionadas y se pueden utilizar para que los operarios se ubiquen en sus puestos al inicio de las operaciones. También las estivas son lugares

sobredimensionados para permitir el cómodo manejo de los carritos y son áreas que se pueden utilizar para que el personal se desplace hacia su puesto de trabajo.

En cuanto al movimiento de la maquinaria para la instalación, no habrá mayores inconvenientes ya que las piezas o las máquinas mismas son de dimensiones menores que las puertas de acceso de la fábrica. Aún así se comenzará instalando primero el horno de pintura y la cabina ya que es la maquinaria más grande y se construye in situ. Seguidamente se construirán las estanterías y por último se ingresará el resto de la maquinaria que no necesite mayor armado previo a la instalación.

## Pasillos

Los pasillos fueron creados bajo los siguientes criterios:

- Minimización de ángulos, buscando que los pasillos sean rectos ya que de esta manera se aprovecha mucho más la superficie
- Evitando salientes de máquinas que puedan obstruir el pasillo
- Delimitación de los mismos para su fácil visualización y así que objetos de un área pasen hacia el pasillo.
- Disposición de doble acceso lateral, para mejor aprovechamiento del mismo
- Intersecciones a 90°, para aprovechar mejor el espacio.
- Minimización de cruces de materiales.
- Anchura apropiada, de 5m donde se maniobran los autoelevadores y de 1 a 2 m donde circula el personal.

## Equipo de manejo

Se utilizarán autoelevadores en el almacén y para el despacho de la mercadería, ya que la misma se comercializa palletizada, su peso no supera los 300kg por pallet y, además, es necesario elevar los pallets para cargar los camiones. Para el transporte interno de los pallets se utilizarán zorras manuales en general entre el área de armado de los mismos hasta la zona de despacho en el área de maniobras.

## Factor 5: Almacenes y Demoras

Este punto fue tratado en el capítulo anterior en la sección de **justificación de superficies**, el resultado fue el siguiente:



**REFERENCIAS**

B40T	BALANCÍN DE 40TN
DM	DOBLADORA MÚLTIPLE
M	MATRIZ DE SOLDAR
P	PALLET
B.DYF	BATEA DE DESENGRASADO Y FOSFATIZADO
MR	MESA DE REMACHADO
E.E.	ESTIVA DE ENTRADA
E.S.	ESTIVA DE SALIDA
Flechas	Flujo general de materiales (Laterales y U de tijera, luego se discriminarán ambas)
TyE	Tubos de Co2 y Equipamiento de soldadura
Líneas blanca	Cruce entre pasillos y flujos de materiales (mayor señalización y cuidados requeridos)
Líneas negra	Estructura de vigas y columnas del puente grúa

Tabla III.8. Referencias del Lay-Out Semicompleto

## Factor 6: Servicios

Los servicios de una planta son los elementos, personal y actividades que auxilian la producción. Se los puede clasificar en 3 grandes grupos:

- Personal
  - Vías de acceso (Pasillos)
  - Instalaciones para el uso del personal
  - Protección contra incendios
  - Iluminación
  - Calefacción y ventilación
- Material
  - Control de calidad, producción y desperdicios
- Maquinaria
  - Mantenimiento
  - Distribución de líneas de servicios auxiliares(tubos de CO<sub>2</sub> , cañerías de gas)

### Personal

En lo concerniente a vías de acceso se delimitaron pasillos.

En cuanto a instalaciones para el personal se prevee un pañol, banco de trabajo, baños y cocina (en el 1º piso).

En lo referente a protección contra incendios se utilizarán matafuegos como se mencionó previamente en el análisis de riesgos de incendio.

La iluminación es un factor muy importante en la productividad y en la ocurrencia de errores. Una mala iluminación baja la productividad al general cansancio visual en el empleado generándole fatiga y posibles dolores de cabeza. Para evitar lo antedicho se tendrá en cuenta de mantener ventanas y zonas en el techo (chapas de fibra de vidrio) para aprovechar la iluminación natural al ser la misma la más barata. Por último en cuanto a lo artificial se utilizarán lámparas de bajo consumo evitando zonas penumbrosas y manteniendo las mismas limpias.

Evaluando las normas legales en las Separatas de la Legislación de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ley N° 19.587, se proporcionará, según norma IRAM-AADL J 20-06, unos 750 lux de iluminación sobre el plano de trabajo y unos 300 lux de iluminación general dentro del establecimiento. También se ubicarán lámparas a 2,5m del suelo sobre las áreas operativas y a 5m sobre las áreas de carga y descarga de materiales.

La calefacción del lugar se regulará mediante aireadores (extractores) en los techos cada 12m espaciados entre sí, ventanas que se encontrarán cada 6m para proveer la iluminación natural y la ventilación apropiada.

Finalmente en cuanto al ruido, las áreas de remachado son las más comprometidas y en las mismas es obligatorio el uso de protectores auditivos ya que según la norma se excede el límite de 85 dBA<sup>13</sup> para las 8 horas.

## Materiales

Los controles de calidad se realizarán en el mismo lugar donde se producen, ya que en ningún caso se requiere un espacio importante para realizar la operación.

Las piezas rechazadas, serán reprocesadas, siendo el único caso el de la pintura. En la misma se realizan 3 controles de calidad.

El primer control es visual que la pieza, se chequea que la misma esté totalmente cubierta por la pintura.

El segundo control es de adherencia en el cuál se usa un rodillo, con ruedas filosas se hace una cuadrícula de 1mmx1mm de 10x10 líneas. Se pone una cinta adherente sobre los cuadrados se retira rápidamente. Se pone a la luz si quedó 1 o ningún

---

<sup>13</sup> dBA: Es el nivel de presión acústica que se mide en decibelios (dB), con un sonómetro usando el filtro de ponderación frecuencial A y respuesta lenta. La medición debe hacerse en sonido que presenten niveles estables por al menos 3 segundos, sino debe utilizarse un sonómetro de integración.

cuadrado de pintura la adherencia es buena, si quedaron más de 5 cuadrados la pieza no pasa el control.

El 3er control es de curado. Se embebe un algodón en MEK (Metil-etil-cetona), se frota 10 cm si supera los 40 frotos (1 frote es ida y vuelta) y no penetra algodón en la pintura entonces la pintura está curada.

En todos los casos los controles se realizan sobre piezas insignias las cuales se descartan luego de la prueba y no necesitan grandes espacios, pudiéndose realizar sobre el área de trabajo del operario, o las estivas.

En caso que la pieza sea rechazada por el control de calidad se manda a reprocesar. Estimativamente el reproceso ronda el 4% o 5% pero trabajando con mejora continua se puede llegar a bajar al orden el 1%.

De todos modos el caso más general, debido a la naturaleza de las operaciones, es el rechazo de la pieza, se envían a la zona de rechazados, donde se los desecha una vez que se ocupa el espacio destinado.

## Maquinaria

En cuanto a los servicios de maquinaria, las rutinas de mantenimiento incluirán una limpieza semanal de la máquina a cargo del operario de la misma.

Se realizarán en las zonas de las máquinas dónde se encuentren sin mayores inconvenientes ya que tanto las estivas como la zona de trabajo del operario pueden ser ocupadas para un mantenimiento y las mismas máquinas pueden ser desplazadas sin mayores dificultades, exceptuando el horno y la cabina de pintura, los cuáles se pueden desarmar y tendrán un mantenimiento especial.

## Factor 7: Edificio

En el presente caso, este factor es absolutamente determinante para la distribución de la planta ya que es un factor **inamovible**. Por lo tanto el resto de los factores de la distribución deben amoldarse al primero, quedando una distribución no totalmente óptima ya que esta variable no se puede optimizar en sí. Esto se podrá observar en el Lay-Out como áreas liberadas que no poseen un uso determinado (se pueden ver ciertos espacios en blanco en el Lay-Out). Algunas de las áreas liberadas se expandieron más allá de lo previsto, para aprovechar un espacio de por sí sin utilidad particular por ser muy pequeño, como fue el caso de la Estiva de Salida del Balancín de 40Tn (o de 25Tn).

Los edificios presentan ciertas características tales como tener varios pisos, su forma, ventanas, suelos, techos, paredes, columnas, sótanos, etc. En nuestro caso particular el edificio es un galpón rectangular de 2 pisos, uno para oficinas y otro para la producción.

A continuación se detallarán características de la construcción del edificio:

### Techo

Es un techo parabólico con vigas reticuladas, cubierta de chapa con aireadores cada 6 metros como máximo entre sí. La distribución se puede ver en el esquema (cuadrados celestes).

Por otro lado, el techo es de chapa y tiene como mínimo 6m de altura. Para mejorar la iluminación se alternarán cada 4m de techo de chapa se insertará una placa de 2m de fibra de vidrio, la cual es translúcida y permite aprovechar la iluminación natural.

### Ventanas

Se instalarán ventanas en la parte alta de las paredes, a 3 m del suelo para que permitan el ingreso de luz natural y ventilación. Las ventanas se ponen en altura para preservar la privacidad de la producción y la seguridad. Además como mínimo las superficies de las ventanas serán del 17% de la superficie de la planta<sup>14</sup>.

Las mismas estarán separadas cada 6m entre sí como mínimo y serán de 3x1m (ancho y alto).

### Suelos

Las características más deseables en un suelo, aunque ninguno cumpla con todas ellas, son:

- Resistente como para soportar el equipo y la maquinaria.
- Fabricado con materiales relativamente baratos.
- Sea fácil y barato de instalar.
- Que esté listo para su uso en un período corto de tiempo.
- Resistente al choque y a la abrasión, aislante del calor y de la vibración.
- Que no sea resbaladizo bajo ninguna condición.
- Silencioso y absorbente del ruido.

---

<sup>14</sup> Cátedra Organización de la Producción I del ITBA: Módulo 2, Unidad 5. Productividad y Estudio del Trabajo.

- Atractivo a la vista.
- Con diversidad de colores disponibles.
- Que no se vea afectado por los cambios de temperatura y humedad o por los ácidos, álcalies, sales, disolventes o agua.
- Inodoro e higiénico.
- Lo suficiente elástico par que parezca blando bajo el pie y para que sea mínimo el daño de las piezas que puedan caerse.
- Que sea fácil fijar al mismo las máquinas y el equipo.
- Que sea capaz de disipar la electricidad estática y que no chispee al golpeado.
- Que sea fácil de mantener limpio.
- Que sea fácilmente removible y reemplazable en grandes secciones.

El suelo elegido es de piso de cemento ya que cumple con muchas de las características antes mencionadas, principalmente las de resistencia, costo y facilidad de instalación y de reparación. Dado que las cargas tanto estáticas como dinámicas de las máquinas que intervienen no son muy grandes no va a ser necesario ningún tipo de preparación particular del mismo.

### **Paredes, columnas y puertas**

Las puertas serán corredizas para permitir un mejor aprovechamiento del espacio para la entrada y salida de camiones. Además serán de 6m, encontrándose sobrado espacio para ingresar vehículos, cierta capacidad de maniobra, y el movimiento de personal al tiempo que se carga o descarga un camión.

Por otro lado habrá una puerta de acceso del personal a la fábrica mucho más pequeña de dimensiones domésticas, siendo en este caso una puerta usual, es decir no corrediza.

En cuanto a las columnas las mismas serán reticuladas como muestra la siguiente foto:

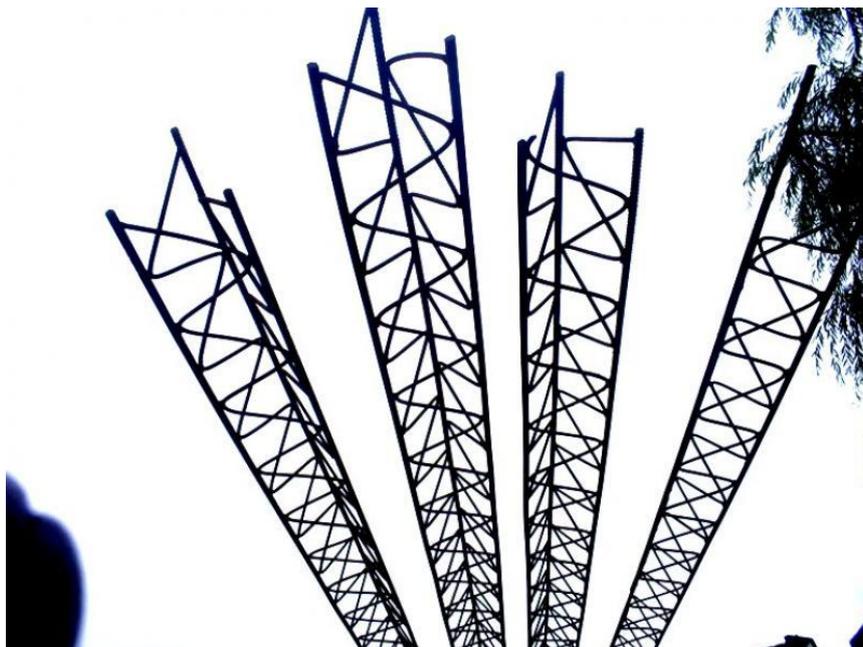


Figura III.11. Columnas Reticuladas

Las mismas se empotrarán al piso sobre zapatas de hormigón y tendrán una luz de 6m entre sí.

### Puente grúa

Para la carga y descarga de caños se utilizará un puente grúa de 5tn con el objetivo de permitir el manejo de los caños largos hasta proceso de cortado. La luz de este puente grúa es de 10m entre columnas.

## Factor 8: Los cambios y la flexibilidad

El Lay-Out presentado posee cierta flexibilidad, en algunas de sus áreas como ya se había comentado previamente, se pueden realizar una u otra operación, ya que las mismas son de tipo manual y no requieren ninguna maquinaria en particular (entiéndase las Mesas de Armado, las Mesas de Remachado y el Palletizado).

Las áreas de armado y palletizado, intervienen sólo en el momento del despacho de la mercadería, siendo áreas libres para cualquier uso en caso de ser necesario, en momento que no se despache mercadería mucha mercadería como sucede entre los meses de abril y septiembre.

A su vez hay áreas libres que fueron delimitadas con líneas de punto que en caso de ser necesario se pueden ocupar para satisfacer algún despacho inmediato y el área

que se encuentra por debajo del horno de pintura (el cual como ya se dijo se encuentra en altura), se puede utilizar para la estiba tanto de productos rechazados como cualquier semi-elaborado o producto terminado.

Por último en caso de haber problemas en cuanto a la capacidad de almacenamiento existe un galpón para almacenar como mínimo 5.000 SDCR, que es dónde se produce la toda la lona impresa que luego es enviada al galpón de análisis y se estiba en la estiba de lona.

Si bien en este último caso hay que considerar el transporte de las estructuras, la situación se suaviza al ahorrarse el viaje de la lona hacia la fábrica. Esto es posible porque la única operación faltante luego que las lonas están listas es el armado y ésta se puede realizar en el mismo galpón donde se producen las lonas, permitiendo despachar producto terminado desde la otra ubicación. Desde ya es mucho más conveniente movilizar las lonas hacia las estructuras por su bajo peso y volumen pudiéndose utilizar un simple vehículo utilitario como por ejemplo una camioneta Berlingo, Parthner, Kangoo, o cualquiera sus competidoras en otras marcas.

Finalmente se presenta el Lay Out Completo:

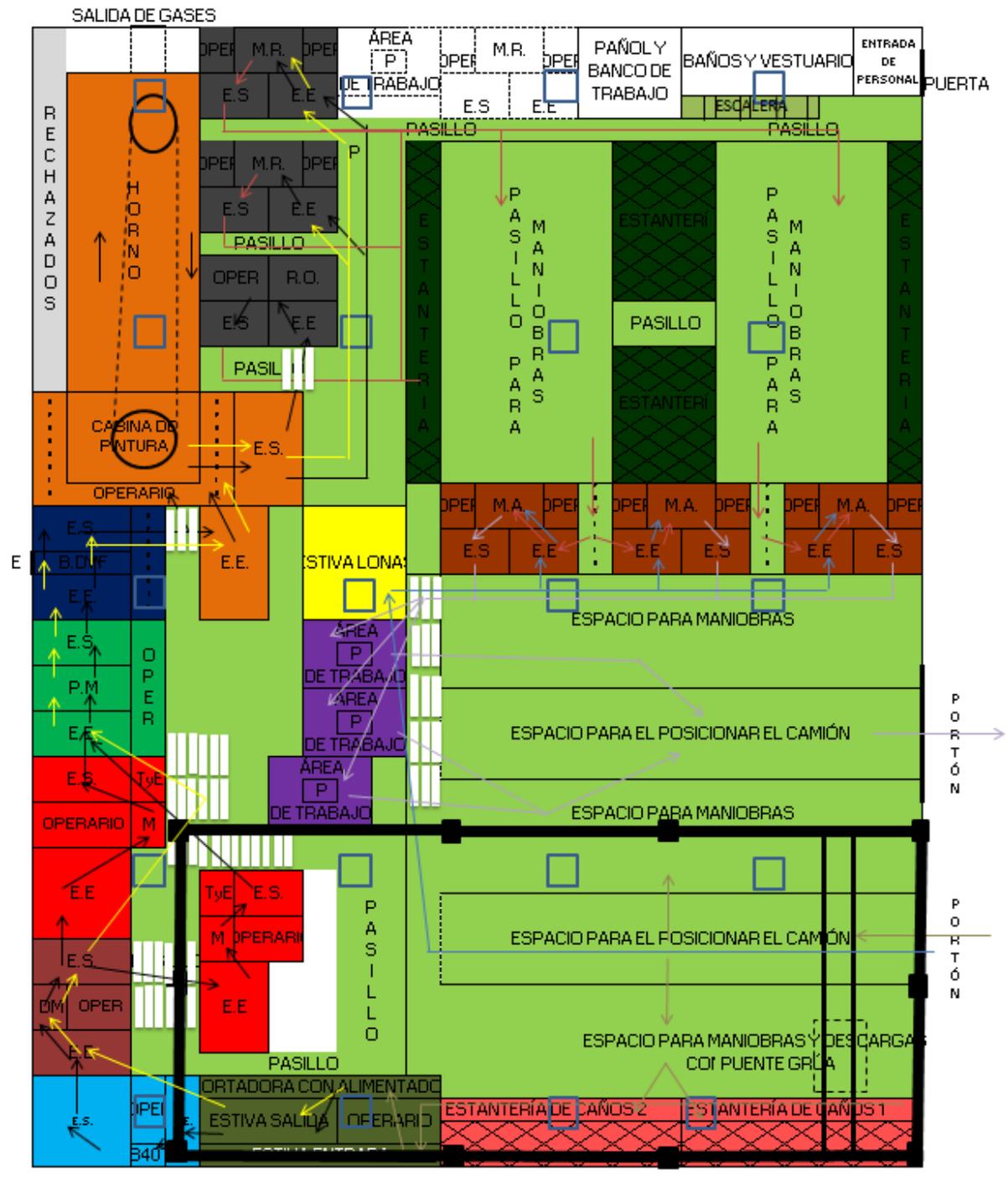


Figura III.12: Lay-Out Completo

Flujo de Materiales	
Laterales	→
U	→
Estructura	→
Lona	→
Caño	→
PT	→

Tabla III.7. Flujo de Materiales

**REFERENCIAS**

B40T	BALANCÍN DE 40TN
DM	DOBLADORA MÚLTIPLE
M	MATRIZ DE SOLDAR
P	PALLET
B.DYF	BATEA DE DESENGRASADO Y FOSFATIZADO
MR	MESA DE REMACHADO
E.E.	ESTIVA DE ENTRADA
E	EXTRACTOR DE AIRE
E.S.	ESTIVA DE SALIDA
Cuadros azules	Aireadores de techo
Flechas	Flujo general de materiales (Laterales y U de tijera, luego se discriminarán ambas)
TyE	Tubos de Co2 y Equipamiento de soldadura
Líneas blancas	Cruce entre pasillos y flujos de materiales (mayor señalización y cuidados requeridos)
Líneas negras gruesas	Estructura de vigas y columnas del puente grúa

Tabla III.9. Referencias del Lay Out Completo

## CONCLUSIONES Y MEJORAS

---

Las conclusiones y mejoras que se pueden desprender del trabajo realizado son varias. Empezando por la más importante del planteo inicial se arribó a la segunda de las conclusiones posibles, es decir a la viabilidad parcial de la instalación de la línea. De todos modos el resultado, si bien no es el más óptimo, no dista mucho de serlo. La razón es que al unificar los centros se ahorra el movimiento de materiales entre centros productivos, lo que además del ahorro directo del costo del transporte es un ahorro en cuanto a disminución de stocks semi-elaborados, simplificación de la organización disminución de la incertidumbre que acarrear los transportes entre centros (robos, extravíos, problemas de tránsito). Al dejar solo las lonas fuera del proceso, un vehículo utilitario como puede ser una camioneta Citroën Berlingo, puede transportar prácticamente las lonas para la producción del mes en unos pocos viajes, dejando a la parte PUSH (fabricación de estructura del SDCR) del proceso totalmente unificada. En conclusión se pasó de la necesidad sistemática de transportes diarios entre centros a través de camiones a unos pocos transportes sólo en el momento de la entrega (parte PULL del proceso).

Estimativamente la productividad, la cuál es difícil de medir en la situación descentralizada, es del orden de 200-250 SDCR por día, siendo aproximadamente la mitad de la estimada para el proceso propuesto. Una de las razones, además del transporte interno es la falta de lugar necesario para las estivas intermedias de los procesos, generándose gran cantidad movimientos de transporte internos. Para aclarar, si el área de estiva es pequeña son necesarios más transportes de semi-elaborados entre un proceso y el siguiente con lotes más pequeños, a veces casi unitarios. Además en el nuevo proceso se utilizarán carritos sencillos diseñados para poder desplazarse fácilmente entre las distintas áreas de estiva, permitiendo el ahorro de tiempo productivo al minimizar los viajes entre procesos.

En cuanto al almacenaje, se propone un almacenamiento de las estructuras de SDCR en pallets con caños redondos doblados y soldados de forma de formar una jaula, abierta al frente y cerrada por detrás para que se puedan apoyar los SDCR dentro de la misma sin que sea necesario un palletizado completo con film de plástico y zunchos. Esta idea, tiene el propósito de ahorrar tiempo de armado de pallets, el cual no es despreciable y el ahorro de materiales, ya que para el momento de la puesta de la lona y armado final se deberían desechar el film y los zunchos, para rearmarlo nuevamente para entregárselo al cliente.

Entre otras de las mejoras halladas, se encontró que en la operación de la manito se estaba utilizando una matriz que sólo permitía realizar una manito por golpe. Se propuso cambiar dicha matriz por una que permita poner 2 caños por golpe de balancín, con lo que se espera poder aumentar la productividad entre un 30% a

40%<sup>15</sup> en la operación, siendo el costo de la mejora unos 10.000\$ de la matriz. Si bien la operación no es cuello de botella, un ahorro de tiempo en la misma permite que el operario termine antes con su trabajo y pueda realizar otro tipo de operaciones como por ejemplo descargar un camión pequeño, palletizar o armar el SDCR. El beneficio no se percibe directamente en la productividad del total de la línea pero sí en un ahorro de personal el cual posee gran versatilidad al tratarse de procesos simples en su mayoría.

En otro aspecto al estar mejor distribuidas la maquinaria y los espacios, además de aumentar la producción se incrementó la seguridad del lugar al permitir un flujo de movimiento con un mínimo de obstáculos para desalojar rápidamente en caso de una emergencia.

Entre otras mejoras se propusieron las siguientes:

- Una remachadora extra para las mesas de remachado, ya que habría 1 por mesa.
- Unificación de tamaños para el corte de las lonas del asiento y del respaldo, permitiendo facilitar la producción y ganar versatilidad. La mejor aplicaría también para los SD de Madera, que no fueron punto de análisis para la línea en cuestión.
- Definición de roles según la Teoría de la Organización Natural o Requerida de<sup>16</sup>.
- Programación de tareas de limpieza y reordenamiento al final de la jornada laboral del puesto de trabajo.

---

<sup>15</sup> Fuente: Gerente de Producción, experto en análisis de operaciones.

<sup>16</sup> Fuente: Contenido de la materia Formación General 3 de la carrera, por Elliott Jacques, en 1950.

# ANEXO

---

## Dobladoras

En el presente anexo se mostrarán algunos de los modelos analizados de dobladoras múltiples y del tipo CNC<sup>17</sup>. Primeramente se presentará el Modelo DM1



Figura VI.1. Modelo DM1 (Vista Completa)

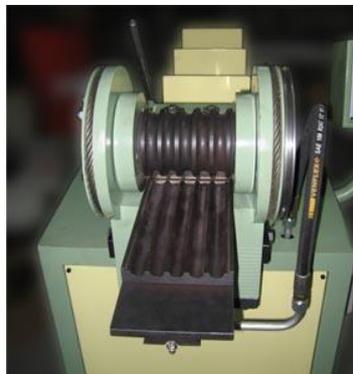


Figura VI.2. Modelo DM1 (Vista Matriz Frente)

---

<sup>17</sup> Fuente: <http://www.dmz.com.ar/dobladoras-multiples/dm1.html>, de todas las fotografías y fichas técnicas presentadas.



Figura VI.3. Modelo DM1 (Vista Matriz Detrás)

La DM1 es una maquina de tipo múltiple que curva desde 6 tubos de 1/2" hasta 2 tubos de 1 1/4" en un solo plano de curvatura. Este modelo en particular permite hacer en ciclo automático, una secuencia de hasta 4 curvas consecutivas en un mismo sentido.

Características técnicas:

Diámetro máximo de tubo	1 1/4" x 2 mm (acero carbono)
Velocidad de curvado	40°/seg.
Accionamientos	Hidráulicos
Cantidad de tubos simultaneos	6 tubos de Ø5/8"; 4 tubos de 1"; 2 tubos de 1 1/4".
Ángulo máximo de curvado	180°
Radio máximo de curvatura	105mm (al centro del tubo)
Control de ángulo de curvado	Por tres topes mecánicos programables.
Posicionamiento del tubo	Manual, asistido por topes de distancia entre curvas.
Comando de movimientos	Por sincronización hidráulica.
Diámetro del eje	40mm
Motor eléctrico	3x380v. 3Kw
Capacidad depósito de aceite	65 lts.
Dimensiones (largo - alto - ancho)	1,0m - 1,5m - 0,8m
Peso	600 Kg.

Tabla VI.1. Características Técnicas Modelo DM1

A continuación se mostrarán datos de la Dobladora CNC, Modelo DTZL-10



Figura VI.4. Modelo DTZL-10

Máquina dobladora de tubos automática con capacidad máxima para tubos de acero carbono de 5/8 " (16 mm) x 2 mm de espesor. Equipado con sistema CNC de automatización de movimientos que controla los servomotores. Con panel de mandos para visualizar, controlar y programar los procesos de curvado.

Características Técnicas:

Diámetro máximo de tubo	16mm (5/8")
Radio máximo de curvatura	60mm
Angulo máximo de curvado	185°
Longitud de carga útil	2000mm (ampliable)
Movimiento de curvado	Por servomotor
Movimiento de avance y rotación	Por servomotor
Agarre de pinza	sistema neumático
Presiones de grampa y coliza	sistema neumático
Velocidad máxima de curvado	360 °/seg
Velocidad máxima de avance	1300 mm/seg
Velocidad máxima de rotación	450 °/seg
Interfase	Panel de 7"
Dimensiones (largo - alto - ancho)	3,7m - 1,5m - 1,2m
Peso	600 Kg.

Tabla VI.2. Características Técnicas de la Dobladora CNC DTZL-10

**En conclusión ésta no serviría porque los tubos a utilizar son de mayor diámetro.**

Siguientemente se procede a analizar el Modelo DTZL-40:



Figura VI.5. Modelo DTZL-40

### Características Técnicas

Diámetro máximo de tubo	40mm (1 5/8")
Radio máximo de curvatura	150mm
Angulo máximo de curvado	185°
Longitud de carga útil	2200mm (ampliable)
Movimiento de curvado	Por servomotor (opcional hidráulico)
Movimiento de avance y rotación	Por servomotor
Agarre de pinza	sistema neumático
Presiones de grampa y coliza	sistema hidráulico
Velocidad máxima de curvado	90 °/seg
Velocidad máxima de avance	900 mm/seg
Velocidad máxima de rotación	300 °/seg
Interfase	Panel de 12"
Dimensiones (largo - alto - ancho)	3,9m - 1,5m - 1,2m
Peso	2000 Kg.

Tabla VI.3. Características Técnicas DTZL-40

Finalmente se analizarán las dobladoras manuales, Modelo DT3:



Figura VI.6. Modelo DT3

Máquina dobladora de tubos de accionamiento manual, por flexo tracción, con bala en el interior del tubo para curvas sin arrugas, en acero carbono, cobre, aluminio, etc. Para fijar a un banco de trabajo. Con capacidad para tubos de hasta 1" Ø.



Figura VI.7. Modelo DT3 (Vista Cercana)

#### Características Técnicas:

Diámetro máximo de tubo (no ferrosos)	25.4mm (1")
Accionamientos	Manual
Carga Util	1200mm
Angulo máximo de curvado	180°
Radio máximo e curvatura	85mm (al centro del tubo)
Control de ángulo de curvado	Por tope mecánico sobre plato de maquina
Posicionamiento de tubo	Manual, asistido por topes de distancia entre curva
Diámetro de eje	Ø 15mm
Dimensiones sin palanca	ancho 0,5m / alto 0,3m/ largo 1,4m
Peso	45 Kg.

Tabla VI.4. Características Técnicas Dobladora Manual DT3

## Convenio colectivo de trabajo

Del convenio de trabajo del sindicato del plástico (U.O.Y.E.P)<sup>18</sup>

Vestuarios:

ART. 18º - VESTUARIOS. En todos los establecimientos de la industria plástica y sus afines, deberán habilitarse vestuarios, los que deberán reunir, como mínimo, los siguientes requisitos:

a) Guardarropas individuales: Todos los establecimientos deberán proveer para su uso a cada trabajador de un guardarropas con botinera inserta, en perfecto estado de higiene y de acuerdo al tamaño que se usa habitualmente en todas las industrias.

b) Duchas y lavabos: a fin de que el trabajador pueda higienizarse, todos los establecimientos deberán disponer de duchas y lavabos con agua fría y caliente.

c) Jabón: En todos los establecimientos, será obligatoria la entrega individual una vez por mes, a cada trabajador, de un rollo de papel higiénico y un jabón de tocador de 200 grs.

El personal estará obligado a mantener en buenas condiciones de higiene las instalaciones individuales y colectivas (baños, duchas, guardarropas, etc.), que le sean otorgadas para su uso personal o general.

Los requisitos antes enumerados no modifican las mejoras ya previamente otorgadas a sus trabajadores por los empleadores, las que deberán mantenerse en sus usos y costumbres.

---

<sup>18</sup> Fuente: <http://www.uoyep.org.ar/>