

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS GENERALES DE LA TEORÍA DE
MANUFACTURA ESBELTA QUE PUEDEN GENERAR DESARROLLO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS. Caso: UPR Ltda.**

ANDRÉS SERRANO ARENAS
ANDRÍA JOHANA SUÁREZ GONZALEZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2004

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS GENERALES DE LA TEORÍA DE
MANUFACTURA ESBELTA QUE PUEDEN GENERAR DESARROLLO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS. Caso: UPR Ltda.**

ANDRÉS SERRANO ARENAS
ANDRÍA JOHANA SUÁREZ GONZALEZ

Tesis de grado

Director:
Ing. Industrial Jorge Alberto Silva Rueda

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2004

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, Junio 28 de 2004

CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN	5
1. TITULO DEL PROYECTO	6
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
2.1 ANTECEDENTES	7
2.2 GENERALIDADES DEL SECTOR	9
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA: UPR LTDA	11
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
5. CÉLULAS DE MANUFACTURA.....	25
5.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL	25
5.2 ANÁLISIS APLICACIÓN CÉLULAS DE MANUFACTURA	31
5.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA	33
5.4 ANALISIS APLICACIONES ADICIONALES: JIT	39
5.5 BENEFICIOS ESPERADOS	51
5.6 INDICADORES:	52
5.7 VIABILIDAD FINANCIERA	52
5.7 CONCLUSIONES	56
6. 5S's	58
6.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL	61
6.2 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA	63
6.4 BENEFICIOS ESPERADOS	73
6.5 VIABILIDAD FINANCIERA	74
6.6 CONCLUSIONES	77
7. TPM 78	
7.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL	80
7.2 ANÁLISIS APLICACIÓN TPM	81
7.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA	82
7.4 BENEFICIOS ESPERADOS	86
7.5 INDICADORES	87
7.6 VIABILIDAD FINANCIERA	88
7.7 CONCLUSIONES	89

8. SMED 91	
8.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL	92
8.2 ANÁLISIS APLICACIÓN SMED	96
8.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA	96
8.4 BENEFICIOS ESPERADOS	100
8.5 INDICADORES	100
8.6 VIABILIDAD FINANCIERA	100
8.7 CONCLUSIONES	101
9. KAIZEN 102	
9.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL	103
9.2 ANÁLISIS APLICACIÓN KAIZEN	104
9.3 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA,	104
9.4 BENEFICIOS ESPERADOS	107
9.5 COSTOS DETALLADOS IMPLEMENTACIÓN KAIZEN	110
9.6 VIABILIDAD FINANCIERA	112
9.7 CONCLUSIONES	112
10. HERRAMIENTA PARA MEDIR EL MEJORAMIENTO CONTINUO	114
11. EVALUACIÓN FINANCIERA	112
12. CONCLUSIONES FINALES	119
BIBLIOGRAFÍA	121

0. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los hombres han tenido dos maneras de hacer o fabricar productos, tales son la producción artesanal y los sistemas de producción en serie o en masa, difundidos por toda la sociedad desde sus orígenes en el siglo XIX y los años 1920 respectivamente.

Sin embargo, desde hace más de 10 años la dirección de los sistemas de producción mundial tomó un nuevo rumbo, cuando la posibilidad de mantenerse vigente en el mercado para la mayoría de empresas se tornaba como una carga pesada de llevar y el lograr satisfacer a un mundo actual cada vez más cambiante, con altas expectativas de calidad y servicio sin ningún tipo de problema para el empresario y hombre de negocios era prácticamente imposible, entonces, se descubrió una nueva manera de crear y hacer funcionar industrias manufactureras y se comenzó a cuestionar estándares de calidad, a hablar de alta competitividad y flexibilidad en plantas de producción, a manejar volúmenes de producción notablemente lejanos a los usados convencionalmente, etc. Todo funcionando de forma unida, fácil, económica, y sincronizada.

El objetivo principal del siguiente trabajo fue el de examinar el alcance que podría tener dentro de la industria colombiana, la aplicación de los principales conceptos de la manufactura esbelta, mediante los cuales se está rigiendo últimamente la producción mundial y aterrizarlo a un caso particular, razón por la cual, fue necesario segmentar este estudio a una empresa manufacturera de plásticos netamente nacional, perteneciente a la pequeña y mediana industria, y analizar el impacto que se tendría al trabajar en la planta de producción y en el proceso productivo de la misma. La metodología consistió en analizar varios elementos de la manufactura esbelta y mirar su posible desarrollo en la mencionada empresa, interrelacionándolos y tratar de verlos de forma simultánea y no como elementos aislados que es la tendencia en algunos casos en los cuales se habla de manufactura esbelta.

1. TITULO DEL PROYECTO

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS GENERALES DE LA TEORÍA DE MANUFACTURA ESBELTA¹ QUE PUEDEN GENERAR DESARROLLO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS. CASO: UPR Ltda.”

¹ El Sistema de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta ha sido definido como una filosofía de Excelencia de Manufactura que esta basada en la eliminación planeada de todo tipo de desperdicio y de todas las operaciones que no le agregan valor al producto, en el respeto por el trabajador y en la mejora consistente de Productividad y Calidad. Reúne varias herramientas que tienen como objetivo tratar de dedicar los mínimos recursos necesarios en el momento en que se necesiten, para obtener el producto o servicio que el cliente desea únicamente.

INTERNATIONAL SEMINARS SERIES MONTERREY, MÉXICO. Diplomado: Desarrollo de expertos en Lean Manufacturing. Marzo 2002

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

La industria colombiana se concentra básicamente en tres ciudades (Bogotá, Medellín y Cali), siendo la capital la que se ha convertido en el mayor centro productivo y económico del país. Entre las industrias se distinguen textiles y confecciones, siderúrgica, química, petroquímica, plásticos, cueros, artes gráficas, alimentos y bebidas².

En Bogotá y Soacha (municipio anexo a Bogotá) se concentra el número más alto de establecimientos industriales, en esta zona, se generó la mayor cantidad de empleos industriales y se obtuvo la mayor proporción del valor de la producción de la actividad manufacturera de artículos plásticos (entendiéndose por plásticos, sustancias orgánicas macromoleculares obtenidas mediante procesos químicos o transformación de productos naturales.) El departamento de Antioquia ocupa el segundo lugar en cuanto al número de establecimientos fabriles y contribución a los valores de la producción de la manufactura de productos plásticos. También fue el segundo generador principal de empleo en el sector de las manufacturas plásticas para el año de 1998. En el mismo año, el departamento del Valle del Cauca fue el tercero en generación de empleo y valor de la producción en manufacturas plásticas y en el agregado industrial del país.³ La Tabla No. 1 muestra la localización geográfica de la producción manufacturera de productos plásticos para el año de 1998.

Tabla 1. Colombia: Localización de la Producción de Plásticos.

Productos Plásticos	Establecimientos		Personal Ocupado		Producción Bruta		Valor Agregado	
	Número	%	Número	%	Millardos* de pesos	%	Millardos* de pesos	%
Bogotá y Soacha	168	34.8	14,282	43.2	959	50.9	440	50.6
Antioquia	105	21.7	7,207	21.8	293	15.5	138	15.9
Valle del Cauca	78	16.1	4,756	14.4	217	11.5	101	11.6
Atlántico	38	7.9	2,420	7.3	141	7.5	62	7.1
Bolívar	11	2.3	1,077	3.3	128	6.8	57	6.6
Resto del país	83	17.2	3,322	10.0	147	7.8	71	8.2
TOTALES	483	100.0	33,064	100.0	1,885	100.0	869	100.0

Fuente: DANE, Actividad Anual Manufacturera 1998

* Un Millardo de pesos es equivalente a 700.874 millones de dólares

² CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN EMPRESARIAL SOBRE IBEROAMERICA CIDEIBER. Available from Internet :< <http://www.cideiber.com/infopaises/colombia/Colombia-05-01.html>> iso-8859-1"

³ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS. Plásticos de Colombia. Bogota, 2000. Pág. 50

El potencial que hay en el sector de los termoplásticos⁴ no ha sido explotado lo suficiente en Colombia, lo que le impide tener una participación representativa en las cifras presentadas por el DANE, además de la clasificación Industrial Internacional Uniforme, CIIU (356), que comprende la totalidad de las manufacturas de plástico, y no deja ver claramente las diferencias existentes entre uno y otro tipo de producto de plástico, por ejemplo entre la producción de solo termoplásticos o solo termoestables⁵, por esto los datos encontrados como son la tasa de importaciones para el sector de productos plásticos 52.46% en el segundo semestre del año 2000 y la de exportaciones fue del 39.67% para el mismo periodo de tiempo, incluyen también bajo el nombre de productos plásticos, la industria de los plásticos ligados al sector de la construcción.⁶

La composición de la producción real industrial en porcentajes fue para la Agrupación industrial de los Productos plásticos de 3.82, 3.92 y 3.95% para los años de 1996, 1997 y 1998 respectivamente⁷, lo que significa un aumento anual en la producción de este segmento de la economía, que como se ha mencionado anteriormente, dentro de la agrupación industrial de los plásticos, se encuentran los termoplásticos, principales objetos de estudio del presente trabajo, al interior de UPR Ltda.

UPR Ltda. Es una empresa ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia que pertenece a la industria plástica y dedica la mayor parte de su producción a la fabricación de envases para productos de belleza y similares como un servicio a terceros. Nace para satisfacer la necesidad de una gran multinacional, Ebel International⁸, dedicada a la producción de maquillaje tratante para el cuidado integral de la piel, y fragancias de esencias en países como Puerto Rico, Guatemala, El Salvador, México, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Chile y con agresivos planes de expansión para toda América Latina, Asia y Estados Unidos, de realizar productos con un máximo porcentaje de integración de productos nacionales. UPR Ltda., dedica la mayor parte de su producción a la elaboración de envases para toda la línea de productos de Ebel para consumo nacional pero con estándares de calidad exactos a los de los productos de la multinacional en todo el mundo⁹, puesto que Ebel también incluye en su portafolio empaques exclusivos, creados en prestigiosos talleres europeos. Además el área de Producción de Ebel cuenta con instalaciones de última generación y cuenta con los más avanzados sistemas de control que garantizan la calidad en cada uno de los niveles de producción con los que UPR Ltda. ha logrado cumplir satisfactoriamente.

⁴No sufren cambios químicos al calentarse, toman forma por efecto de la presión o el calor. Asociación Colombiana de Industrias plásticas, junio 30 de 1998.

⁵

Al moldearse por calor, únicamente, su forma ya no puede ser modificada debido a que sufren cambios químicos cuando se moldean, Ej. Adhesivos y componentes de automóvil, enchufes, asas de recipientes. Asociación Colombiana de Industrias plásticas, Op. Cit, p.15

⁶

Fuente: DANE-Observatorio de competitividad, 1998

⁷

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.1999

⁸

Ebel International es la marca principal de la Corporación BELCORP. Una corporación internacional multimarca y multicanal con más de 30 años de experiencia en la producción y comercialización de productos de belleza, Ebel es una marca exclusiva de productos especializados en tratamiento facial, con la última tecnología francesa. Se funda en 1953 a 400 km. De París.

⁹

ENTREVISTA con Luis Carlos Uribe, Gerente General de UPR Ltda., Bogotá, Enero de 2002.

Los moldes de inyección que se utilizan en UPR, no son fabricados por la empresa, este trabajo se contrata externamente contrario a los moldes de termo formado. Los clichés para estampado en caliente también son fabricados por empresas externas.

2.2 GENERALIDADES DEL SECTOR

El sector del plástico desde sus orígenes (1.961 aproximadamente) se ha destacado por un crecimiento superior al promedio de toda la industria manufacturera y una significativa generación de nuevos puestos de trabajo.¹⁰ (Tabla 2)

Desde comienzos del decenio de 1990, el país optó por la internacionalización de su economía y en particular por una apertura comercial, para las cuales las exigencias de competitividad y productividad se hicieron apremiantes, dada la tendencia mundial a la globalización, las empresas en general del sector productivo colombiano experimentan un fenómeno de competencia directa ya no solo con empresas colombianas, sino con empresas de todo el mundo. Lo anterior hace que las empresas, tengan que adecuarse al nuevo tipo de competencia a la que se ven expuestas. El elemento fundamental del problema de la internacionalización del problema de Colombia, debe reflejarse en el tratamiento de los distintos aspectos relacionados con la producción y la calidad de los productos.

2.2.1 Personal ocupado. En el sector transformador de materias plásticas, el 85,3% de los establecimientos que respondieron la encuesta Anual Manufacturera del DANE en 1998, empleaba individualmente hasta 100 personas y el 72,6% menos de cincuenta. El subconjunto de fabricantes con menos de cincuenta personas generó en el sector el 24,2% del empleo, el 14,7% del valor de su producción y el 13,5 % de su valor agregado.

Tabla 2. Producción industrial según escala de Personal Ocupado

Productos Plásticos	Establecimientos		Personal Ocupado		Producción Bruta	
	Número	%	Número	%	Millardos* de pesos	%
Hasta 49 Personas	168	34.8	14,282	43.2	959	50.9
De 50 a 99 Personas	105	21.7	7,207	21.8	293	15.5
De 100 a 199 Personas.	78	16.1	4,756	14.4	217	11.5
Más de 200 Personas	38	7.9	2,420	7.3	141	7.5

Fuente: DANE 1998.

* Un Millardo de pesos es equivalente a 700.874,6 millones de dólares aproximadamente¹¹

¹⁰ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS. Editorial. En: Plásticos de Colombia. Bogotá. Vol. (2001 – 2002); p.4

¹¹DANE, Op. Cit.1

2.2.2 Perfil sectorial. En la industria plástica colombiana, 102 (21,1%) de los establecimientos encuestados se dedicaba a la fabricación de película tubular y bolsas, 81 (16,8%) a la producción de formas básicas, 83 (17,2%) a manufacturar envases, cajas y vasijas, 42 (8,7%) a elaborar artículos de uso industrial, 36 (7,5%) a producir calzado y sus partes y otros 32 (6,6%) y 21 (4,3%) a fabricar plástico espumado y sus productos y artículos para el hogar respectivamente.¹²

La principal actividad económica de UPR Ltda. es la fabricación de manufacturas plásticas, pero dentro del perfil sectorial anterior se puede catalogar dentro del grupo de establecimientos que se dedican a la producción de envases, cajas y vasijas.

La gestión adelantada por la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas y del Ministerio de Comercio exterior ha logrado cosas como por ejemplo la suspensión del cobro a las exportaciones por vía marítima del recargo THC¹³ y la promoción de procesos como el Convenio de Desarrollo y Competitividad Exportadora que pretende consolidar la orientación sectorial hacia los mercados externos, disponibilidad de materias primas, tramites de comercio exterior, medio ambiente, financiación, aranceles, negociaciones comerciales internacionales y la adopción de reglamentos técnicos.

Pero hasta el momento no se ha tenido en cuenta el tratamiento de los distintos aspectos relacionados con la producción y la calidad de los productos de la manufactura de plásticos.

La problemática que viene afrontando los fabricantes de envases para productos de belleza y similares, guarda relación con diversos factores que afectan la demanda de varios de los productos¹⁴.

El gremio también ha reiterado su planteamiento sobre la necesidad de lograr una mayor y mejor actividad pública y, en especial, privada en relación con la capacitación del recurso humano, la asistencia técnica a las empresas y la investigación¹⁵.

En general, en la actividad productora de manufacturas en Colombia participa una gran cantidad de empresas pequeñas y medianas, y en términos de los valores de la producción y del agregado nacional, la importancia, de este tipo de empresas, es relativamente mayor en la fabricación de productos plásticos¹⁶. UPR Ltda. por pertenecer al grupo de las pequeñas y medianas empresas de manufactura de plásticos constituye un excelente caso de estudio y como se podrá ver, en la

¹²

Ibid., p. 55

¹³

Terminal Handling Charge: Es una práctica mundial en la industria del transporte marítimo, que se orienta a recuperar de los usuarios una parte de los costos que cobran a las líneas navieras las Sociedades Portuarias Regionales.

¹⁴

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS, Op. Cit. , p.18.

¹⁵

Ibid., p.17.

¹⁶

DIAN. Cifras de exportaciones e importaciones 1998.

siguiente particularización que se hizo de la empresa, no solo se refleja el estado de la misma sino también algunas necesidades del sector planteadas por el gremio vistas anteriormente.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA: UPR LTDA

2.3.1 Reseña histórica. UPR Ltda. Fue fundada en 1983 por el señor Luís Carlos Uribe y esposa. La empresa inicio con la producción de filtros para cigarrillos. Ensamblaban y comercializaban el producto a través de las líneas de supermercados como CAFAM, CARULLA, OLIMPICA, COLSUBSIDIO y otras droguerías.

Subcontrataban el servicio de inyección para la fabricación de los filtros, aunque ellos eran los dueños de los moldes del proceso. También subcontrataban el empaque del filtro para cigarrillos, el cual era fabricado por termo formado y consistía en una burbuja o Blister en PVC; El volumen de ventas iba aumentando, por lo que decidieron comprar la maquinaria de termo formado para hacer el empaque e inclusive alquilarla a otras personas, pues tenían un tiempo muerto considerable. Posteriormente compraron las máquinas inyectoras para terminar ellos mismos el producto y también fueron alquiladas; así el mercado se fue ampliando y el número de clientes se incrementó considerablemente. Lograron tener 14 productos en los supermercados, entre ellos los de mayor importancia fueron ganchos plásticos y metálicos para colgar principalmente, utensilios de cocina. Analizando las oportunidades del mercado, decidieron dedicarse exclusivamente a la fabricación de productos para la industria dejando a un lado la comercialización directa de estos. Desde ese momento, UPR Ltda. se convirtió en una de las pocas empresas que trabajan en ese sector, prestando los servicios de inyección y termo formado a empresas multinacionales, logrando un buen posicionamiento en el mercado debido que en el país no existe personal lo suficientemente enterado del termo formado pues no hay muchos estudios especializados al respecto. En cuanto al proceso de moldeado por inyección, depende principalmente de la fabricación de los moldes, los cuales inicialmente eran fabricados por la empresa pero debido a las dificultades en este proceso, actualmente se subcontrata ese servicio.

El nombre de la empresa corresponde a las iniciales de los apellidos de los propietarios: Uribe, Pulido y Ramos, fue escogido desde los inicios comerciales de la empresa, cuando por primera vez logró un contrato con el supermercado Carulla.

2.3.2 Visión. Continuar con el mejoramiento de la calidad, no solo en los productos sino en toda la estructura organizacional, para dar mejores garantías a sus clientes, mediante la implementación de normas técnicas de calidad e innovación tecnológica compatible con la naturaleza de la empresa, con el fin de fortalecer las relaciones con los clientes externos e internos de la empresa.

2.3.3 Misión. UPR Ltda. Tiene como principal propósito satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad, prestando sus servicios a la industria farmacéutica y de cosmetología, teniendo como prioridad las empresas multinacionales, y ser de gran importancia en este sector económico.

2.3.4 Definición del negocio. UPR Ltda. es un empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos moldeados por inyección y termo formado, que presta su servicios a la industria

farmacéutica y cosmetológica como Ebel International, Meals de Colombia, Laboratorios Knoll, Laboratorios Roche, Laboratorios Pfizer, Farma de Colombia, Farmacol, Sinteco(empresa de pegantes), Unilever, Bombril, Jolie de Vogue, entre otras.

Los productos que ofrece para la industria farmacéutica son:

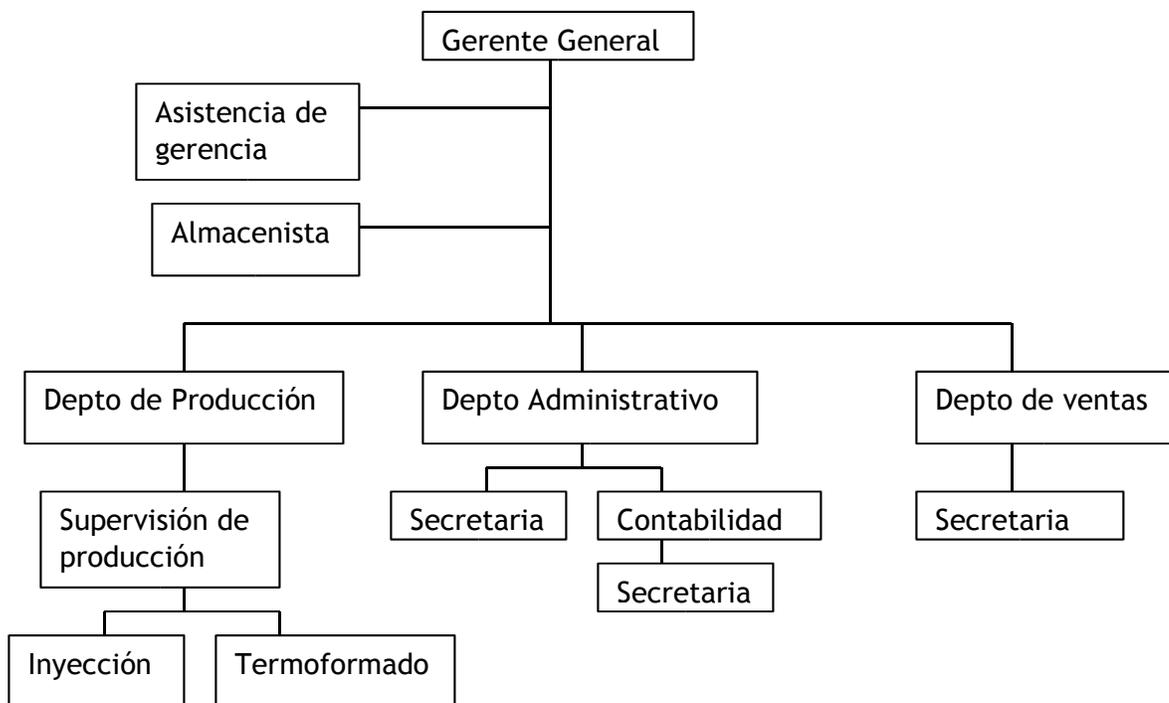
- Empaques para medicamentos
- Ampollas e inyecciones
- Cunas donde van las ampollas y las jeringas.

Productos para la industria cosmetológica:

- Empaques para perfumes
- Kits de regalos,
- Tapas para talcos y perfumes
- Empaques para cremas, entre otros.

2.3.5 Estructura organizacional

Figura 1. Estructura Organizacional UPR, Ltda.



Fuente: UPR Ltda. Enero 2003

2.3.6 Políticas de la empresa. La empresa busca conservar clientes como empresas multinacionales a través de procesos y productos de alta calidad, sin tener como prioridad la ampliación de su mercado.

- Es una preocupación de la empresa la continúa búsqueda de calidad total, a través de la normalización de todos sus procesos tanto productivos como administrativos; por ejemplo, la señalización de la planta de producción según las técnicas ICONTEC de códigos de colores para la seguridad industrial, la instalación eléctrica especial de la planta de producción, utilización de pinturas lavables para lograr la asepsia de la planta con el fin de obtener la certificación de sus productos por parte de los diferentes laboratorios farmacéuticos y cosmetológicos, implementación de pisos industriales para fuerte impacto y resistente a cargas pesadas, entre otros.
- Para UPR Ltda. es importante la satisfacción de las personas que trabajan en la empresa, por medio del buen trato y ofreciendo condiciones propicias para realizar las funciones asignadas cómodamente pues el trabajador se considera parte fundamental en el buen desempeño de la empresa.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar y particularizar algunos de los elementos de la teoría de manufactura esbelta que se pueden aplicar para generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Analizar las principales estrategias planteadas en la teoría de manufactura esbelta para así poder evaluar su eficiencia y validez dentro de un contexto específico, en este caso, una empresa pequeña de transformación de plásticos.

Realizar una selección de los elementos de manufactura esbelta aplicables al sector de la industria específica del estudio.

Analizar cada uno de los elementos seleccionados como aptos para la aplicación en el sector y según el contexto en el que se está trabajando, particularizarlos y adaptarlos para una posible aplicación directa en una empresa de transformación de plásticos específica.

Realizar una evaluación financiera que justifique la posible implantación de los cambios propuestos.

Analizar las variables que afectan el proyecto y encontrar indicadores que puedan medir el impacto de los cambios propuestos en la empresa, mediante la realización de un paralelo entre la situación inicial y la situación aplicando las propuestas resultantes de este proyecto.

4. METODOLOGIA

4.1 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS A ANALIZAR

Para la selección de las herramientas que hacen parte de Manufactura Esbelta, se utilizará el análisis de Pareto, de acuerdo a la lista de problemas encontrados en UPR Ltda.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar las opciones de solución que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchas soluciones sin importancia frente a solo unas con amplio impacto. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la grafica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación propuesta, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar acabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

4.2 CONCEPTO

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los "pocos vitales" de los "muchos triviales". Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas.

Usualmente este tipo de análisis se utiliza para:

- Identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Identificar oportunidades para mejorar
- Analizar las diferentes agrupaciones de datos (ej: por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.)
- Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones
- Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después)
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías
- Cuando el rango de cada categoría es importante

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa o solución principal durante un esfuerzo de resolución de problemas.

Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte el impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

Un Diagrama de Pareto es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continúa.

Para llevar a cabo un proceso de Resolución de Problemas /Toma de Decisiones (RP/TD) es necesario manejar cada una de las herramientas básicas de la calidad, tanto desde el punto de vista teórico como desde su aplicación.

UPR Ltda. Cuenta actualmente con los siguientes problemas generales presentes en los procedimientos que realiza la empresa, en los inventarios que maneja, velocidad de adaptación y respuesta al cliente, etc. El siguiente listado que se enuncia a continuación les dará un panorama, de la pérdida de recursos que tiene UPR Ltda. Estos problemas se llamarán con la letra que les precede. Ver tabla 3. Situación Inicial UPR Ltda.

Tabla 3. Situación Inicial UPR Ltda.

P1	Recorridos largos en tiempo y distancia dentro de los principales procesos productivos de la compañía
P2	Falta de velocidad de respuesta a los requerimientos de cambios por parte del cliente.
P3	Poca capacidad de manejo de imprevistos de producción por manejar tiempos muy ajustados.
P4	Inventarios de producto en proceso se mantienen en áreas de transporte dentro de la planta de producción
P5	Los trabajadores conocen únicamente una máquina y su funcionamiento puntual, lo que genera que el conocimiento específico de cada uno de los operarios sea imprescindible para el buen desempeño del área productiva.
P6	Las máquinas de los principales procesos de la compañía tienen largos periodos de puesta en marcha, calentamiento y calibración.
P7	No existe un programa de capacitación de empleados en ningún área de la compañía.
P8	No existe información histórica suficiente para realizar paralelos y generar indicadores de cambios en el tiempo.
P9	Los desperdicios y suciedad comprometen la calidad final y acabados generales del producto ya terminado.
P10	La calibración de las máquinas cada día de acuerdo a condiciones climáticas variables principalmente y el mal uso de estas produce pérdidas de materia prima, tiempo, y producto ya procesado.
P11	No existe un registro de la manera en la que deben ser realizados cada uno de los procesos productivos de la compañía.
P12	Los puestos de trabajo de planta en general permanecen sucios y desordenados.
P13	Existe contaminación y suciedad causante potencial de accidentes profesionales y mal funcionamiento de maquinaria y conservación de herramientas.
P14	La actitud general del trabajador frente a sus funciones y papel en la compañía no es positivo.
P15	El almacén de materia prima presenta desorden y no tiene ningún tipo de proceso reglamentado para el manejo y suministro de materiales al área productiva.
P16	La maquinaria falla y se realizan reparaciones correctivas que podrían ser evitadas por medio de mantenimiento correctivo ahorrando tiempo y dinero.
P17	Falta de asignación formal y responsabilidad por parte de los operarios de las distintas herramientas de trabajo.
P18	Se experimentan pérdidas de eficiencia en equipos en cuanto a recalibraciones, materias primas defectuosas y falta de programación, observación y capacitación de operarios
P19	Pérdidas de tiempo por falta de control de estado de herramientas y moldes.
P20	Pérdidas de tiempo en reprocesos de plásticos de productos dañados en proceso y terminados (proceso de molino y remanufactura de materias primas).

Tabla 4. Matriz Herramientas Manufactura esbelta Versus Problemas encontrados UPR LTDA.

PROBLEMAS	HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING								
	5S	JIT	SMED	KANBAN	ZQC	KAIZEN	CELULAS DE MANUFACTURA	DISEÑO PARA MANUFACTURA	TPM
A		1					1		
B	1	1	1	1			1	1	1
C		1	1	1	1		1		1
D	1	1					1		
E						1	1		1
F			1				1	1	1
G					1	1			1
H	1			1		1	1		1
I	1					1			
J	1		1			1	1		
K					1		1		1
L	1					1			
M	1			1		1	1		
N	1					1			
O	1					1			
P									1
Q	1					1			1
R			1			1			1
S								1	1
T		1			1		1		

Las herramientas de la tabla anterior que se encuentran en color rojo son las que hacen parte de las herramientas presentadas como sujetas a análisis en el presente trabajo. Los cuadros naranja muestran los problemas que deberán ser solucionados específicamente por cada una de las herramientas propuestas.

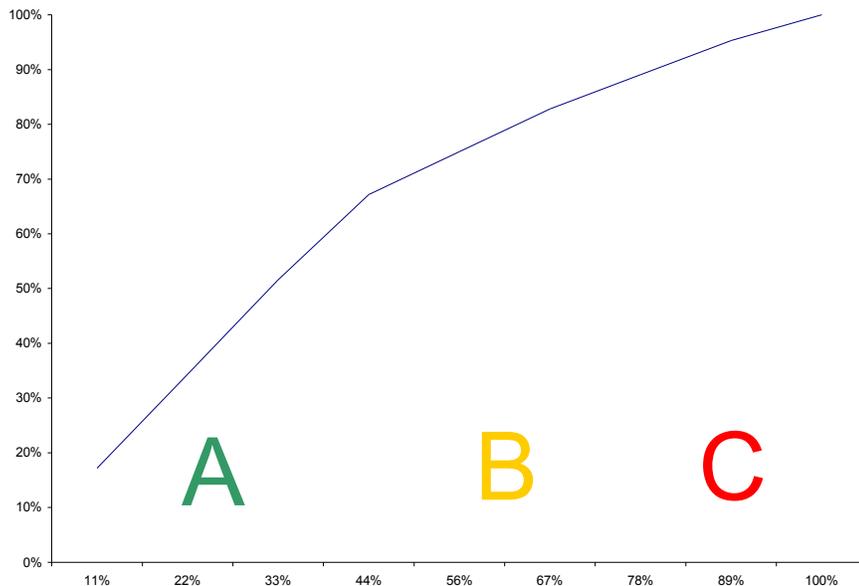
Los problemas enunciados anteriormente encontrarían una posible solución en la aplicación de cada una de las siguientes herramientas pertenecientes a la teoría de Manufactura Esbelta de la siguiente forma. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de Pareto

	Herramienta	Problemas Resueltos	Frec %	Frec Acum %	% Acum	Diferencia
A	Kaizen	11	17%	17%	11%	6%
	Células de Manufactura	11	17%	34%	22%	12%
	TPM	11	17%	52%	33%	18%
	5S	10	16%	67%	44%	23%
B	JIT	5	8%	75%	56%	19%
	SMED	5	8%	83%	67%	16%
	Kanban	4	6%	89%	78%	11%
C	ZQC	4	6%	95%	89%	6%
	Diseño para Manufactura	3	5%	100%	100%	0%
	TOTAL	64	100%	----	----	

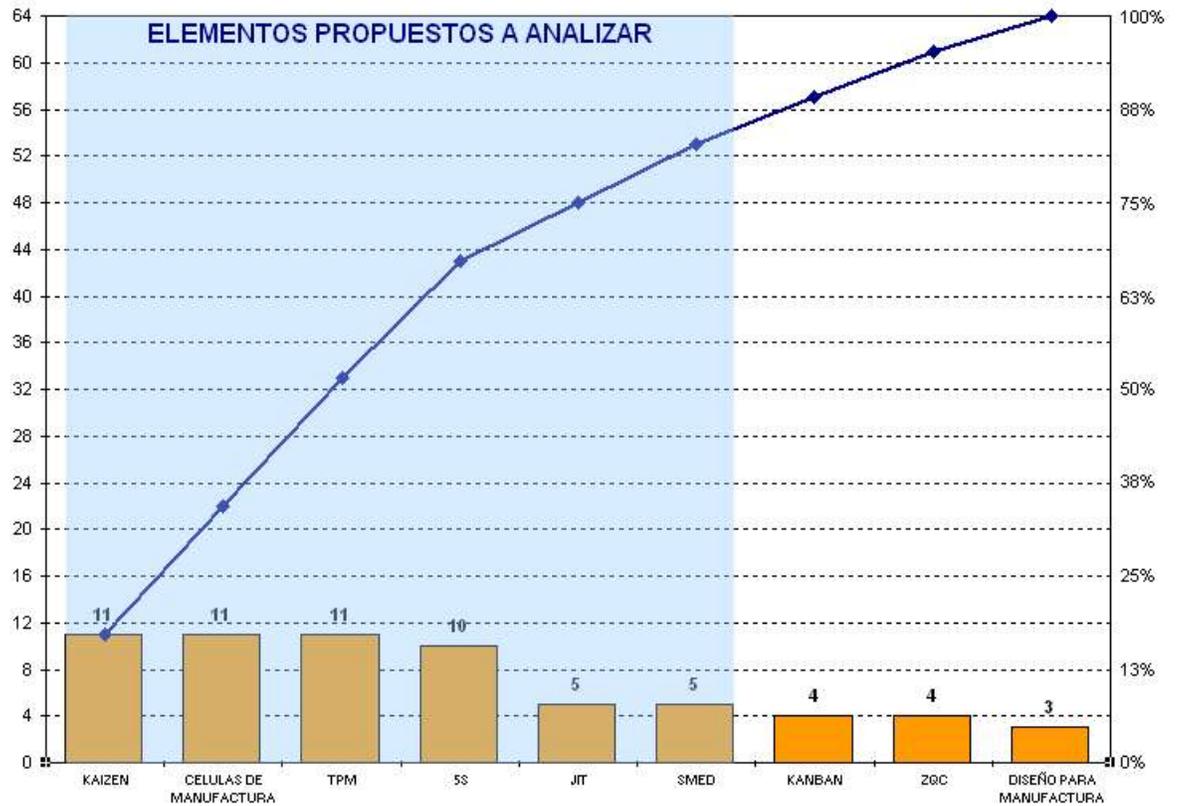
Del análisis de la tabla anterior se puede deducir que las primeras 4 (44%) herramientas de manufactura esbelta son las que solucionan el 67% de los problemas. Adicionalmente es importante tener en cuenta que muchas herramientas tienen elementos comunes entre sí, por tal motivo consideramos importante extender el análisis en este trabajo a las herramientas clasificadas como B.

Figura 2. Clasificación de las herramientas



El gráfico resultante de realizar el análisis de Pareto para la selección de las herramientas a utilizar es el siguiente:

Figura 3. Diagrama de Pareto No. 1



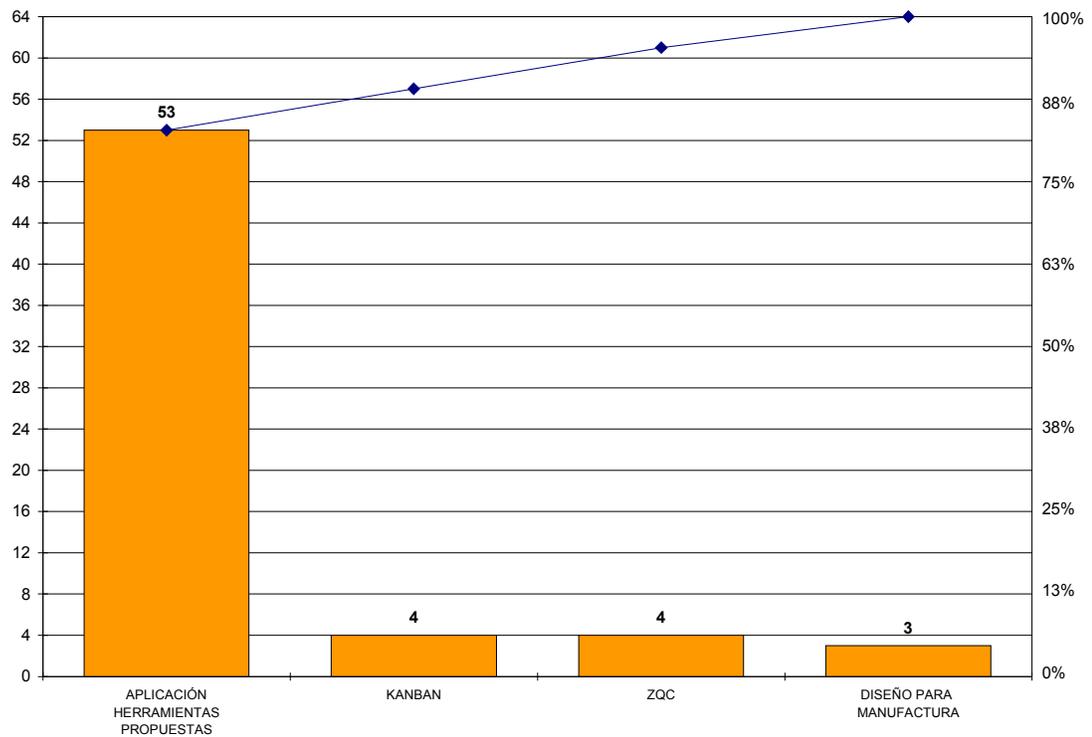
El anterior gráfico muestra los elementos que de acuerdo al análisis son los más apropiados para implementar y analizar. Las otras herramientas aunque importantes no generan el impacto que generaría la aplicación de las herramientas propuestas.

El mismo análisis de Pareto, esperado de acuerdo a la propuesta de aplicación de 6 herramientas es el siguiente:

Tabla 6. Cantidad y frecuencia de problemas resueltos con las Herramientas de la Manufactura esbelta propuestas

Herramienta	Problemas Resueltos	Frec %
Aplicación de Herramientas Propuestas	53	83%
Kanban	4	6%
ZQC	4	6%
Diseño para Manufactura	3	5%
TOTAL	64	100%

Figura 4. Diagrama de Pareto No. 2



5. CÉLULAS DE MANUFACTURA

Lo que se busca con las células de trabajo o células de manufactura es cambiar el diseño de la planta de producción, reduciendo lo más posible las distancias de recorrido del producto y entre personas, permitiendo una mayor comunicación entre equipos de trabajo y enfocando siempre estas células a un flujo de producción de pieza única o simple, prefiriendo disposiciones en forma de U o formas aproximadamente triangulares, en vez de la línea tradicional. Es un esquema de distribución y acomodo de los equipos en función del proceso y/o producto. Agrupa diferentes máquinas en centros de trabajos (Celdas) que procesan partes similares del producto final. La Célula rompe con la forma tradicional de distribución de planta basada en agrupar por tipo de máquinas, y ofrece un acomodo en función de la secuencia del proceso y/o producto, lo cual permite disminuir el Tiempo de Ciclo de fabricación, incrementando así la velocidad de respuesta al cliente.

En la manufactura en celdas o manufactura celular, las máquinas se agrupan en células, cada célula está formada con el fin de producir una única familia de componentes: unas cuantas piezas, todas ellas con características comunes, lo que generalmente implica que requieren ajustes similares de máquina. Las Células, combaten de manera frontal el alto costo de fabricación disminuyendo el inventario en proceso, optimizando el transporte y evitando la necesidad de equipo altamente especializado.

En el Proceso de manufactura celular el equipo y las estaciones de trabajo son combinados para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos. Todas las operaciones necesarias para producir un componente o el sub. - ensamblaje de partes son realizadas cerca para permitir la retroalimentación entre operadores ante problemas de calidad u otros. Los trabajadores en la manufactura celular están tradicionalmente entrenados para funciones diversas y por tanto son capaces de atender diversas interrogantes, logra capitalizar el potencial de los operarios al demandar de cada uno múltiples habilidades para el manejo de las máquinas que integran la Célula (Multihabilidades).

Las células de trabajo permiten una comunicación fácil entre los miembros celulares, ellos mismos animan el trabajo del equipo y el entrenamiento cruzado. Las distancias de viaje de las personas y productos en el proceso son los más cortos posibles por lo que es fácil equilibrar el funcionamiento para que cada operador consiga la carga de trabajo óptima.

5.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL

El plástico como materia prima, y los dos tipos de procesos que esta empresa utiliza, inyección y termo formado permite ofrecer una gran cantidad de productos casi sin límite de características y formas. Ver Anexo A Fotografías del producto.

La empresa tiene como consumidores meta a las empresas farmacéuticas y de cosméticos y tiene una alta participación en el mercado de productos termo formado pero una mínima participación en el mercado de la inyección por existir un gran número de inyectoras en el país.

5.1.1 Proceso de Inyección. Es un proceso de moldeo que permite, en un solo paso, transformar la materia prima en un producto plástico terminado. Ver figura 5

Figura 5. Diagrama de operaciones proceso de inyección.

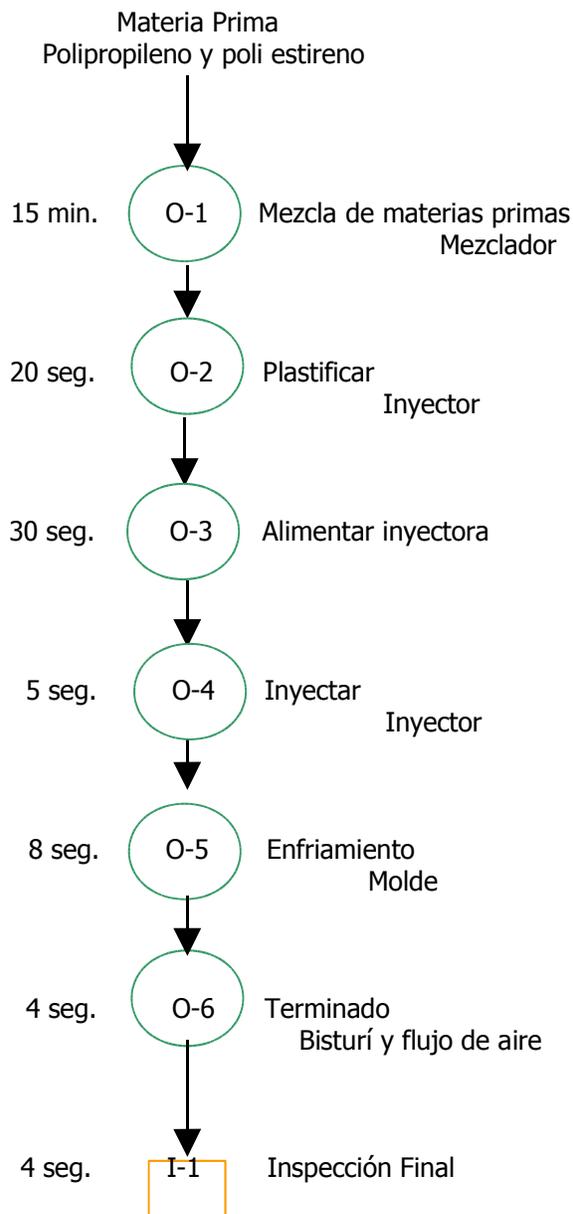


Tabla 7. Cuadro resumen operaciones proceso de inyección

	Número	Tiempo
Operaciones	6	16.12 min.
Inspecciones	1	0.07 min.
Total	6	16.19 min.

Descripción detallada proceso de inyección. Una persona es la encargada de mezclar el material, ésta, lleva la materia prima del almacén hasta el mezclador, luego, se encarga de llevar la mezcla a la inyectora en la cantidad indicada por una orden de producción una vez ha terminado de mezclarlo para darle el color requerido. Llegado el material a la inyectora hay un operario quien se encarga de alimentar la inyectora esta misma persona es la que refila, revisa y empaca, apenas el material es expulsado por la inyectora.

Materias Primas. Las materias primas que se utilizan en el proceso de Inyección se pueden observar en la Tabla 8. Las especificaciones técnicas de la materia prima y su descripción se encuentran en el Anexo B.

Tabla 8. Materias Primas utilizadas en el proceso de inyección UPR Ltda.

Sigla comercial	Nombre industrial
PSAI	POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO
HDPE	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
LDPE	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
PS	POLIESTIRENO CRISTAL
PP	POLIPROPILENO

Fuente: UPR Ltda.

El material viene en Master Batch que son tintas, que le dan el color, la pigmentación al material.

Maquinaria. En el proceso de inyección de la empresa intervienen las siguientes máquinas:

- Cinco inyectoras
- Tres molinos
- Tres estampadoras
- Dos ensambladoras

Las especificaciones técnicas de la maquinaria se encuentran en el Anexo C.

Para la fabricación de sus productos utilizan principalmente máquinas inyectoras europeas. Estas máquinas inyectan con precisión y controlan la calidad durante cada ciclo de inyección. También permiten una alta capacidad de producción con eficiencia y bajo consumo de energía, tienen una presión de cierre de 100, 95, 80, 60 y 23 toneladas métricas y una capacidad de inyección hasta de 500 gramos aproximadamente.

En UPR Ltda., la maquinaria de inyección es utilizada para la elaboración de tapas, las cuales se hacen con moldes de 7 cavidades; la producción diaria de estas normalmente es de 100.000 piezas.

Figura 6. Inyectoras UPR Ltda.

(a) Inyectoras marca Battenfeld



(b) Inyectora marca Engel



5.1.2 Proceso de Termoformado. Consiste en hacer una burbuja de material normalmente en calibres (espesor del material) un poco gruesos, el material queda fijo y el molde se eleva para encontrar al material cuando este ya fue calentado y se succiona al molde. Ver figura 7.

Figura 7. Diagrama de flujo del material de Termo formado

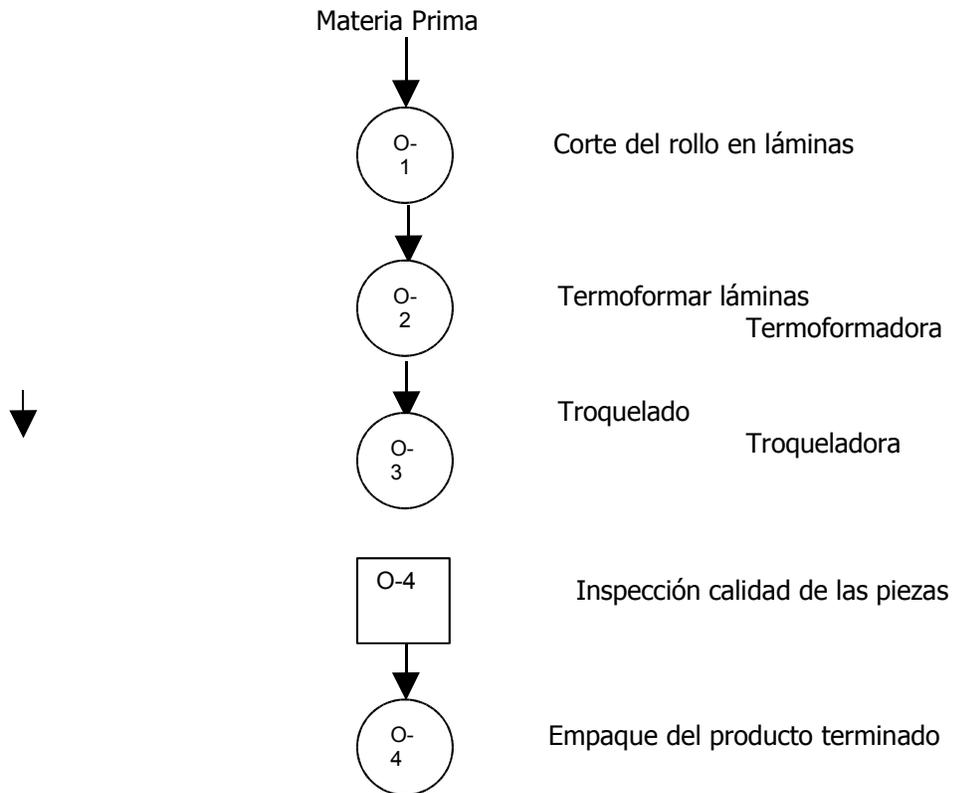


Tabla 9. Cuadro resumen operaciones proceso de termoformado.

	Número	Tiempo
Operaciones	6	16.12 min.
Inspecciones	1	0.07 min.
Total	6	16.19 min.

Descripción detallada proceso de termoformado. Una persona es la encargada de llevar la materia prima del almacén hasta el lugar donde se encuentran las termoformadoras, luego, un segundo operario es el que termoforma, hay un operario por termoformadora, el material termoformado se acumula sin un orden o una cantidad específica y pasa a la sección de troquelado en donde se obtiene finalmente el producto terminado que después es llevado a la mesa de inspección de calidad en donde se separa el producto terminado servible del inservible y se empaqueta según la cantidad indicada por una orden de producción.

Materias Primas. Las materias primas que se utilizan en el proceso de Termoformado se pueden observar en la Tabla 10.

Tabla 10. Materias Primas proceso de Termo formado

Sigla comercial	Nombre industrial
PVC	PLÁSTICOS VINÍLICOS PARA EXTRUSIÓN
Pet	POLITEREFTALATO DE ETILENO
POL	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Fuente: Datos UPR Ltda.

Maquinaria. En la línea de producción de termo formado de la empresa intervienen las siguientes maquinas:

- Tres termo formadoras (figura 8 y 9)
- Tres troqueladoras
- Un termo sellador.
- Una engomadota

A las termo formadoras se les mide su consumo según el área de termo formado y el espesor del material a tratar con respecto a la succión y al calor producido por la maquina en la superficie de la materia prima. Estas maquinas producen 20.000 unidades diarias en una jornada de 24 horas. Además tiene cada una unas dimensiones de 100x57 o 70x50 CMS de área de termo filado. La mayoría de estas máquinas han sido fabricadas por la empresa y por lo tanto no cuentan con una ficha técnica estipulada.

Figura 8. Termo formadoras 1 y 2 UPR Ltda.



Figura 9. Termoformadora No. 3 UPR Ltda.



5.2 ANÁLISIS APLICACIÓN CÉLULAS DE MANUFACTURA

El objetivo es construir células de trabajo con el fin de explotar similitudes entre grupos de productos. Patrones de flujo de materiales. Hacer flujo de materiales en sistemas de manufactura celular.

Proceso de Inyección. Al analizar la posible implementación de un sistema de manufactura celular en el proceso de inyección de UPR Ltda., se examinó en primera instancia que es lo que se busca realmente con un esquema de células de manufactura y se encontró que la prioridad de un sistema de este estilo es crear una distribución y acomodo de los equipos en función de la secuencia del proceso y/o producto y no agrupar por tipo de máquinas como se hace tradicionalmente, y ofrece un acomodo, que permite disminuir el Tiempo de Ciclo de fabricación. Sin embargo, por la naturaleza del proceso de inyección y lo estandarizado que resulta este proceso. (Ver figura 5), la creación de las células no aplicaría en este caso, debido a que la mayor parte del proceso se realiza en el mismo sitio, la inyectora, que es manejada por un solo operario, quien es el encargado de refilar, revisar y empaclar en el mismo momento que el material es arrojado por la inyectora, además teniendo en cuenta que en el área de producción trabajan aproximadamente 30 personas, y todas los operarios de la empresa que tienen contacto directo con el producto son mujeres (en UPR Ltda. consideran que las mujeres son más cuidadosas para desempeñar estas funciones que requieren de tanto delicadeza) queda el manejo de las mezclas a cargo de un operario masculino quién es el encargado de llevar la mezcla de pigmento y material, hasta el lugar en donde se encuentra la inyectora, quedando el proceso simplemente a mano de dos operarios, lo que dificulta la creación de trabajadores multifuncionales ya que un solo operario si pudiera tener movilidad hacía otros sitios tales como el mezclador o el molino no aplicaría, en este caso, debido a que las mujeres no tienen la fuerza suficiente para cargar los bultos pesados del material.

De tal modo la célula de trabajo conformada no solo por máquinas, sino también por empleados, materiales y herramientas, es prácticamente irrealizable en este tipo de proceso tan sencillo en el cual la mayor parte del proceso se realiza en una sola máquina y la distancia que hay entre las operaciones es cero, como lo muestra la tabla No. 11. En la tabla No. 11 también se pueden observar las únicas distancias recorridas durante todo el proceso: el transporte desde el mezclador hasta la inyectora y del almacén de materia prima hasta el mezclador.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de inyección

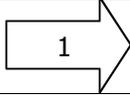
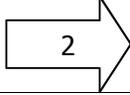
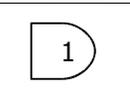
Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
—	—		Las materias primas están en el almacén
25 metros	1 min.		Deben llevarse los bultos de material al mezclador
—	15 min.		Mezclar
8 metros	30 seg.		El material mezclado (pelets) se lleva en bultos a la inyectora
—	30 seg.		Alimentar la inyectora
—	20 seg.		La plastificación ocurre en el inyector donde el material se calienta
—	5 seg.		Inyectar el material
—	2 seg.		Las piezas se enfrían en los moldes gracias a un sistema de refrigeración
—	4 seg.		Deben cortarse las puntas que sobren y con una manguera con aire retirar el polvo
—	4 seg.		Debe verificarse la textura y el acabado
0.3 m	10 min.		El producto terminado debe esperar a que se complete el número establecido para despachar el producto terminado.
25 m	30 seg.		El producto terminado se lleva a la sección donde se empacará para ser despachado.

Tabla 11. Cuadro resumen diagrama de flujo proceso de inyección.

	Número	Tiempo	Distancia
Operación	6	16.01 min.	-----
Inspección	1	0.067 min.	-----
Almacenamiento	1	-----	-----
Transporte	3	2 min.	58 metros
Demora	1	10 min.	-----
Total	12	28.08	58 metros

5.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

Los dos procesos más grandes que tiene UPR Ltda. Y la razón de su negocio son los procesos de Inyección y Termoformado. La figura 10 muestra claramente el proceso de inyección. Se hizo hincapié en las distancias recorridas por el material durante todo el proceso y se encontró que la máxima distancia es de 58 m, y es correspondiente a las distancias ocasionadas por transportes del material hasta la inyectora, esta distancia se puede reducir acercando la inyectora, el mezclador y el almacén de materia prima, pero por la disposición de la máquinas y dado que la mayor parte del proceso se realiza en las inyectoras es inútil pensar en un flujo de material en células debido a que el flujo del material solo constituye el transporte de bodega, las demás operaciones las hace una sola máquina y la inspección de calidad la realiza un operario en el mismo momento que el producto terminado es arrojado por la inyectora. Lo que no constituye mayores operaciones ni un gran recorrido del material para obtener su transformación.

A diferencia del proceso de Inyección, en el proceso de Termoformado la distribución de planta esta basada por tipo de máquinas (Ver figura 11) están ubicados todos los termos formadores en un sitio, todas las troqueladoras en otro y por último, proveniente de los procesos anteriores, la revisión de la calidad del producto.

Figura 11. Diagrama de Recorrido Actual proceso de termoformado

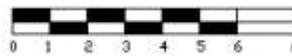
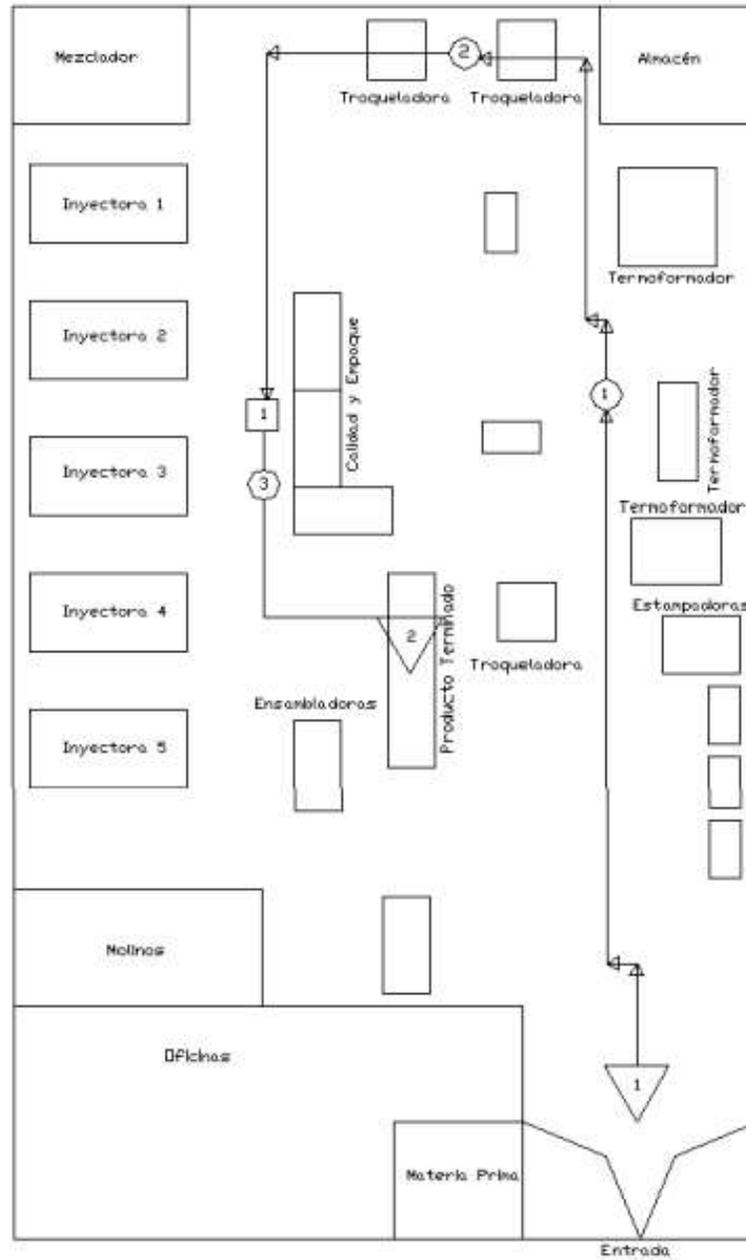
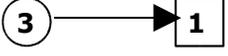
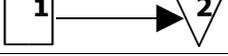


Tabla 12. Cuadro resumen distancias diagrama de recorrido actual proceso de termoformado.

Operaciones	Distancias
	15 metros
	9 metros
	3 metros
	0 metros
TOTAL	27 Metros

La propuesta consiste en cambiar tal distribución reduciendo lo más posible las distancias de recorrido del producto y entre personas, y hacer un acomodo en función de la secuencia del proceso de tal modo que cada célula de trabajo este conformada por los siguientes equipos y operaciones: (Ver figura 12)

- Una Termoformadora
- Una Troqueladora
- Mesas de Revisión de calidad
- Empaque

Figura 12. Diagrama de recorrido Propuesto, conformado por tres células de manufactura.

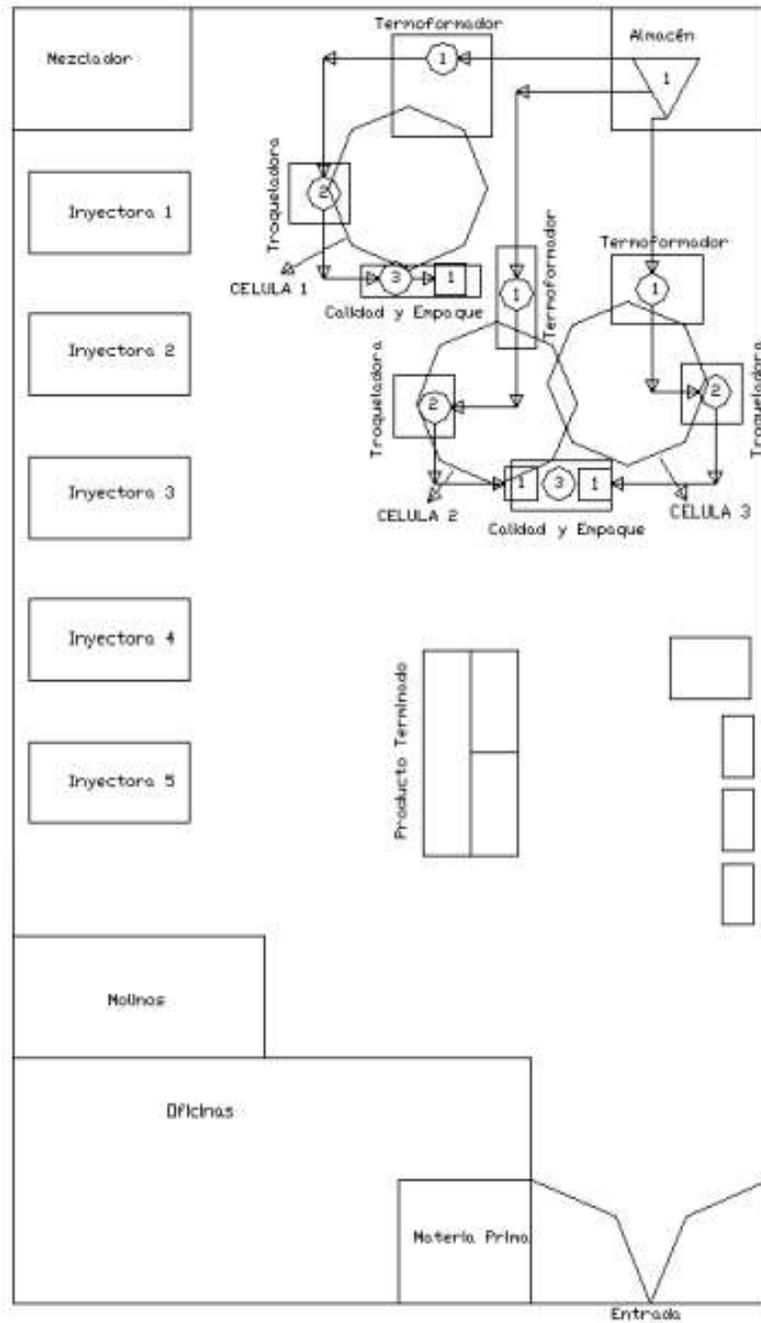
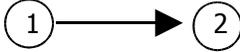


Tabla 13. Cuadro resumen distancias diagrama de recorrido propuesto proceso de termoformado.

	Célula 1	Célula 2	Célula 3
	3 metros	5 metros	6 metros
	1.5 metros	2 metros	2.8 metros
	0 metros	0 metros	0 metros
TOTAL	5.5 Metros	8.5 Metros	10.8 Metros

Se agruparán las máquinas y las operaciones en el área de termo formado según el flujo del producto (figura 7), la idea es seguir el mismo flujo del material pero mediante un cambio en la disposición de la maquinaria, redistribuyendo la planta de producción, dejando dentro de cada célula, la maquinaria necesaria, según las operaciones subsecuentes (almacenamiento, transporte, termo formado, troquelado y empackado) como lo muestra la figura 12.

Al comparar el cuadro de resumen del Diagrama de recorrido propuesto figura 12, con la figura no. 11, (Diagrama de recorrido Actual), se aprecia claramente que la célula No. 1, sin alterar el flujo del material ni el orden de las operaciones, realiza el mismo proceso de termoformado en una distancia recorrida total de 5.5 m, es decir 20.3% menor de recorrido que el procedimiento actual para lograr una producción de 1000 sealers o producto terminado en un turno de 8 horas. De forma similar ocurre para las células 2 y 3 cuyos resultados supuestos se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 14. Resultados Supuestos Células de Manufactura Vs. Producción Actual.

Sistema De Producción	Distancia Recorrida (metros)	Producción Alcanzada o Tamaño del Lote	Cantidad Productos Defectuosos por Lote
Célula 1	5.5	1000	10
Célula 2	8.5	1000	10
Célula 3	10.8	1000	10
Producción Tradicional Actual	27	3000 a 4000	20 a 40

La Tabla 14 indica los resultados obtenidos para un turno, pero en UPR Ltda. La cantidad de turnos en un día varia dependiendo las órdenes de pedido, pueden hacer dos turnos en un día o incluso hasta tres turnos, lo que conduciría a que las cifras anteriores de producción alcanzada y la cantidad de defectos por lote tienda a aumentar a por ejemplo 120 artículos termoformados defectuosos por día si se tiene una producción de 4000 artículos.

Aparte de las ventajas anteriores, al analizar la secuencia de la operación y las rutas, se determinó que también se puede hacer control de calidad no solo hasta el final, sino que al haber un tamaño de lote menor se puede tener un control más inmediato de la materia prima antes de ingresarla a la

termoformadora y detectar si esta defectuosa o no, al inicio del proceso y no darse cuenta hasta el final después que se ha termoformado y troquelado y se ha perdido tiempo al procesar materia inútil que se puede devolver al proveedor sin haberla gastado en grandes proporciones y que actualmente no se puede hacer por permanecer ocultas hasta el final, solo son descubiertas en el momento de la revisión de la calidad, después que ya se han troquelado bastantes es posible descubrirlas sin saber exactamente de que troquel provienen o cual es el rollo defectuoso puesto que las piezas se acumulan hasta que haya gran cantidad de ellas por ejemplo el producto que se esta haciendo actualmente, los sealers, capa de plástico usada en los cosméticos femeninos para cubrir las sombras, polvos, etc. Presentan de 30 a 40 sealers defectuosos entre 3000 y 4000 fabricados para luego si pasarlas a las mesas de revisión de la calidad.

Adicionalmente, es necesario realizar las reuniones de capacitación del personal respecto al tema, explicándoles la filosofía de células de manufactura y la nueva forma de trabajar respecto a la disposición del sistema productivo en el área de termoformado, el encargado de esta reunión será el jefe de producción quien explicará los cambios a realizar, así mismo una vez estén instaladas las tres células también es necesario la creación de espacios para que el personal de cada célula este en disposición de manejar las diferentes operaciones dentro de la célula, logrando el objetivo de trabajadores multifuncionales, esta será la segunda fase de implementación propuesta para la empresa según cronograma propuesto.

En la segunda fase , para poder llegar a rotar a los operarios por diferentes lugares y operaciones dentro de la célula se propone la creación de equipos, Ver capítulo 9. Kaizen, en los cuales se discrimina el horario de trabajo para cada equipo y la manera de llegar a complementar el conocimiento de todos los integrantes al interior de la célula para poder obtener también el mejoramiento continuo.

Tabla 15. Cronograma de implementación de Células de Manufactura

ACTIVIDAD	MESES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
FASE INTRODUCTORIA DEL PROGRAMA (REUNIÓN DE INFORMACIÓN)								
PREPARATIVOS PARA CAMBIOS EN PLANTA								
ORGANIZACIÓN DE CELULA 1								
PUESTA EN MARCHA DE CELULA 1								
ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS CELULA 1								
ORGANIZACIÓN DE CÉLULA 2								
PUESTA EN MARCHA DE CÉLULA 2								
ORGANIZACIÓN DE CÉLULA 3								
PUESTA EN MARCHA DE CÉLULA 3								
ANÁLISIS DE RESULTADOS IMPLEMENTACIÓN TOTAL								

5.4 ANALISIS APLICACIONES ADICIONALES: JIT

Just in Time, **JIT**, o inventario **Justo A Tiempo** nace en Japón cuando Taichi Ohno, con el propósito de hacer más eficientes los procesos en la línea de producción de Toyota Motor Company para gestionar y reducir el tiempo en la elaboración y entrega de productos terminados, desarrolla una nueva manera de coordinar el flujo de partes en el sistema de producción¹⁷. Su idea consistió en que cada parte anterior del sistema solo produjera, de forma inmediata, la cantidad demandada por la etapa siguiente del proceso.¹⁸ Más adelante, su idea fue complementada e implementada no solo en el Japón, sino también en otras Industrias norteamericanas.

La idea básica del JIT, es producir un artículo para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo justo a tiempo en un proceso de manufacturas, ya que debido a que el inventario es considerado la raíz de muchos problemas en las operaciones, este debe ser eliminado o reducido al mínimo.

Entre las principales diferencias que existen entre el sistema justo a tiempo, y el sistema de producción tradicional, se encuentran:

- Disminución de Inventarios: El sistema **JIT** busca reducir los inventarios a niveles muy bajos, mientras que en el sistema tradicional los materiales se suministran y transfieren al siguiente proceso sin tener en cuenta el nivel de demanda existente.
- Unidades de producción: El sistema tradicional opera mediante departamentos con máquinas que realizan el mismo trabajo específico, mientras que el justo a tiempo reemplaza este patrón por células de producción en las cuales las maquinas se agrupan por familias ubicándolas de tal forma que puedan desarrollarse una serie de operaciones secuenciales.
- En la metodología tradicional los trabajadores se especializan en el manejo de una sola máquina en un solo departamento, el modelo JIT busca que todos los trabajadores sepan operar todo el conjunto de máquinas creando un entorno inter-disciplinario.
- Descentralización de servicios: Para la aplicación del Justo a Tiempo se requiere de un fácil y rápido acceso a los servicios de apoyo, lo cual significa que los departamentos de servicios deben estar descentralizados y su personal asignado a trabajar directamente para apoyar la producción, lo que no ocurre en el sistema tradicional.

¹⁷ WOMACK, James P. and JONES Daniel T. The Machine that changed the World. New York: Harper Perennial,1990. p. 62

¹⁸ Ibid. , p. 62

“El inventario **Justo a Tiempo (JIT)** es el inventario mínimo necesario para mantener funcionando un sistema perfectamente. Con el inventario justo a tiempo, llega la cantidad exacta de buenos artículos en el momento en que estos se necesitan, ni un minuto antes, ni un minuto después de necesitarse”¹⁹

Para reducir inventarios y producir el artículo correcto en el tiempo exacto, con la cantidad adecuada, se requiere del uso de una orientación "pull" (orientación de jalar) en lugar de la orientación convencional de "push" de empujar y no a través de un caro y sofisticado sistema de cómputo, sino a través, de la orientación "push" que comienza con una orden en el centro de trabajo inicial. Una vez que el trabajo es completado en la primera estación de trabajo, este se mueve al siguiente centro de trabajo, este proceso continua hasta el final de la estación de trabajo. Como puede advertirse, el trabajo es disparado al completarse el trabajo de la estación precedente y no con relación a las necesidades de la siguiente estación de trabajo.

Por el contrario, en la orientación "pull" o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. La orientación "pull" es acompañada por un sistema simple de información llamado KANBAN que es una tarjeta que es pasada de una subsiguiente estación de trabajo hacia su precedente y esta señala una corrida de producción. Así, la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo.

Con el Justo a Tiempo, el ensamblado general de producción dicta el ritmo y los requerimientos de producción para los procesos precedentes.

Es necesario trabajar y tener en cuenta los siguientes elementos que contempla el JIT²⁰:

1. Reducción de inventarios

Este concepto analiza los inventarios en proceso los cuales deben ser reducidos o en su caso eliminados. Un inventario en proceso es sinónimo de un error administrativo un producto que espera o un cliente que hace fila dentro del sistema, refleja falta de equilibrio o desincronización en las operaciones.

¿Porque existen los inventarios?

- Mala calidad de los proveedores
- Tiempos de preparación muy largos
- Lotes de producción muy grandes
- Descompostura de maquinaria
- Demasiado desperdicio y retardo

¹⁹ Gestión de Inventarios y Técnicas de Justo a Tiempo

²⁰ Programa superior de educación a Distancia Instituto Catalan de Tecnología. <http://psfd.ictnet.es/fdtp001f.htm>

- Ausentismo del personal
 - Distribución de planta deficiente
2. Minimizar los tiempos de preparación

Disminuir los tiempos de preparación interno (cuando la maquina debe detenerse) mejorando la calidad de mantenimiento preventivo, y la rapidez del mantenimiento emergente.

3. Optimización en el uso de piso:

La redistribución de planta, bajo JIT da como resultado la ganancia de piso (reducción del desperdicio de piso)

5.4.1 Planteamiento de la Situación Actual. Relación con los proveedores. UPR Ltda. Se basa en unos principios básicos en cuanto a su relación con los proveedores tales como:

- Los proveedores de UPR Ltda. son seleccionados entre los mejores, con el fin de asegurar la calidad en el proceso y en el producto.
- Los proveedores deben asegurar la calidad y cumplimiento para ser aceptados por la empresa pues afectan directamente el cumplimiento de la misión y visión de la empresa.
- Buscan seleccionar el menor número de proveedores que cumplan con todas los pedidos por parte de la empresa y generar a largo plazo una estrecha relación con sus proveedores
- Por medio de sistemas de inspección de calidad de materias primas como el Militar Standard, utilizado para discriminar la inspección de acuerdo al proveedor y su historia de cumplimiento y calidad con la empresa.
- Buscan establecer excelentes relaciones con sus proveedores y respetar los plazos establecidos para pagos y generar un ambiente de colaboración y respeto mutuos.

La compañía tiene acuerdos directos con proveedores externos (fuera del país) e importa la materia prima para la fabricación de cada una de las referencias disponibles, usualmente, el material llega cumplido a puerto pero se ve retrasado en el trayecto hasta Bogotá por factores ajenos a la compañía. Por lo anterior UPR Ltda., con el ánimo de minimizar el riesgo de retrasos, compra la materia prima una vez al mes de acuerdo a la proyección de producción mensual. UPR Ltda., trabaja con clientes fijos y tiene en el momento la capacidad máxima de producción vendida, factor que le permite prever el volumen de producción del mes inmediatamente siguiente sin contar con variables como demanda del mercado y retrasos de entrega a clientes.

En cuanto al bodegaje, cuando la materia prima llega, se clasifica por material y referencia y se almacena, no exige mucho cuidado pues como en los dos procesos se usan temperaturas altas cualquier imperfección menor en los rollos y el los pelets desaparecerá.

La empresa maneja pedidos fijos de productos desde hace ya bastante tiempo, por eso puede planear su producción sin tener en cuenta la demanda del mercado. En realidad UPR Ltda. No maneja inventarios por periodos largos, considerando estos como de más de 2 días, pero sin embargo, si intenta rotar las máquinas en la elaboración de partes para el ensamblaje final de cualquier producto (comúnmente frascos para cremas). Es por eso que la capacidad de almacenaje de la empresa es reducida, aunque, el comprador más grande de la empresa recoge los productos terminados cada día, y esto hace que los espacios de almacenamiento estén rotando constantemente.

Actualmente UPR Ltda., lleva a cabo su proceso de producción mediante la elaboración de lotes de proceso que consisten en trabajar todo un lote o varios en sólo un proceso; una vez cada lote es procesado, pasa completo a la siguiente fase y así sucesivamente hasta llegar al embalaje final.

Otro factor importante con respecto a los inventarios en proceso y el estilo de producción de la compañía es el hecho de que se deben hacer entregas parciales diarias a la gran mayoría de clientes, este factor, hace que no se manejen inventarios de productos terminados por largos periodos de tiempo.

Se debe tener en cuenta también que la compañía trabaja las 24 horas, esto hace que los tiempos de inventarios inmóviles dentro del proceso productivo sean menores a los de otras empresas.

5.4.2 Análisis Aplicación de elementos de JIT. Inventarios de Materia Prima. Las características de la materia prima de origen nacional difieren de las características de la materia prima importada en cuanto a propiedades físicas y químicas. La materia prima nacional, es compatible con la importada pero desmejora las propiedades químicas de esta, haciendo que la cantidad de desperdicio aumente y que las especificaciones de máquina tengan que ser modificadas, en consecuencia, las materias primas tienen que ser importadas ya son los requerimientos de calidad exigidos por Ebel International y además facilitan el trabajo con las inyectoras. A continuación se verá el análisis acerca del tiempo mínimo de entrega de la materia prima proveniente de los puertos marítimos hasta la ciudad de Bogotá, dado la obligatoriedad de la importación y el tiempo en que se puede reducir la entrega del inventario de materia prima a la empresa por parte de los proveedores y los trámites de nacionalización de la carga.

Figura 13. Materia Prima Inyección



Figura 14. Rutas y tiempos de importación inventarios de materia prima



1. La materia prima para el proceso de inyección es comprada en el exterior, es transportada en barco y entra a Colombia por los puertos comerciales. Los pedidos son embarcados con una orden de pedido de periodicidad igual o mayor a 30 días (lead time), antiguamente, oscilaba de 60 a 90 días.



2. Una vez en Colombia la materia prima entra por dos puertos comerciales:
- Buenaventura en la Costa Pacífica y Cartagena en la Costa Atlántica, Llegada a los puertos debe esperar 8 días para la nacionalización de la mercancía. Este tiempo es un procedimiento necesario para la legalización de la carga. No se puede disminuir, a menos que cambien las disposiciones de la Aduana y sus procedimientos internos.²¹



3. La materia prima es transportada en contenedores hacía Bogotá, las rutas dependen del puerto del cual provengan. Aunque en promedio se demora 8 días. El tiempo empleado y las distancias de las rutas elegidas se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla No. 16 Distancias y tiempo promedio en los principales corredores de importación colombianos

²¹ www.proexport.com.co/logistica/transporte

PUERTO DE ORIGEN	BOGOTA	
	Distancia Km.	Tiempo ruta Horas (promedio)
B/GUILLA	1.008	31,1
B/VENTURA	504	20,4
CARTAGENA	1.125	33,6
STA. MARTA	965	30,1

Fuente: Ministerio de Transporte



4. Llegan los inventarios de materia prima a la empresa, en un tiempo total de 45 días.

Análisis General:

Existen tres tipos de transporte por los cuales puede ingresar la materia prima al país:

- Transporte Aéreo
- Transporte Marítimo
- Transporte Terrestre

▪ TRANSPORTE AÉREO DE CARGA

Actualmente los costos en transporte aéreo se manejan dentro de un mercado de libre competencia, tener la indicación de los niveles que se manejan para el mercado internacional, facilitará la estructuración de los costos de exportación y /o su negociación.

Las aplicaciones de las tarifas aéreas, se basan principalmente en la ruta, el tamaño de los envíos, el producto y la relación peso/volumen, la cual es de 1 a 6.

- Mínima: Es el costo mínimo de un despacho. Valor total, en USD.

- Por peso del envío: Para este efecto, por lo general se establecen las siguientes escalas. Su base de aplicación es el Kg.:

Menor a 45 Kg.

Más de 45 kg.

Más de 100, de 200, de 300, de 500 y más de 1000 kg.

Adicional a la tarifa, se cobran los recargos de Combustible (FS), Fuel Surcharge y de Seguridad (SF) Security Fee, los cuales tienen mayor movilidad que las tarifas. Su base de aplicación es el Kg, con una base mínima según la aerolínea.

RECARGOS EN EL TRANSPORTE AÉREO

Al momento de presentar las ofertas a los compradores internacionales, cuando estas involucran el transporte, es importante conocer los costos adicionales o recargos que afectan las tarifas.

El transporte aéreo se ve actualmente afectado por dos recargos: El Fuel Surcharge o Recargo por Combustible, y el Recargo por Seguridad (SF). El primero será ajustado por parte de algunas aerolíneas debido a las alzas de combustible, para las rutas de exportación colombiana, este se sitúa entre US\$0.03 y US\$0.10 por Kg, de acuerdo a los costos de operación de cada aerolínea.

Así mismo, es recomendable que el exportador, verifique si el valor cobrado en sus guías aéreas, especialmente en HAWB (hija), corresponde al valor estipulado por las aerolíneas.

Es importante señalar que cada modo de transporte tiene su caracterización propia; este tipo de transporte por ejemplo, no es adecuado para cargas masivas. Razón por la cual este tipo de transporte no se recomienda para el caso puntual de UPR Ltda. que realiza pedidos de gran volumen de Master Batch para el proceso de inyección, debido a que las inyectoras y las cantidades y frecuencia de despacho de las ordenes de producción así lo requieren, UPR hace entregas diarias de pedidos, lo cual obliga a la empresa a utilizar otro medio de transporte de carga para la materia prima que necesita.

▪ TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

Actualmente los costos en transporte marítimo son producto del mercado y de negociación entre las partes.

El flete marítimo esta estructurado por los siguientes componentes:

- Tarifa Básica: Costo específico de transporte para un producto determinado entre dos áreas geográficas.
- Recargos: Son valores adicionales que se aplican sobre la tarifa básica, para compensar las variaciones en los costos o en las operaciones de los buques. Fluctúan constantemente, y su aplicación por parte de las navieras, de algunos de ellos, dependerá de los puertos de destino. Los principales son:

BAF: Bunker Adjustment Factor – Factor de Ajuste en los Precios del Combustible.

CUC: Chasis Usage Charge – Uso de Chasis Utilizados para la Movilización de Contenedores.

THC: Terminal Handling Charge – Costo de Manipulación en el Terminal de Contenedores

Cruce del Canal de Panamá

Ingreso de Contenedores en Cartagena

La Sociedad Portuaria Regional de Cartagena SPRC, ha implementado un sistema de reportes de reservas previos al ingreso de la carga al Terminal.

Este proceso implica que al ingresar la carga al terminal, en el documento que los Agentes de Aduana tramitan ante la SPRC denominado ARIM (Autorización de Reserva e Ingreso de Mercancía) se mencione sin falta el número de la reserva (este número será suministrado, por el representante de la naviera (agente marítimo), una vez éste reciba del exportador solicitud de reserva y previa a la asignación de equipos).

La no indicación de esta información en el ARIM, implica que el (los) contenedor(es) sea(n) descargado(s) por la SPRC en un arrume general y una vez se les suministre el número de la reserva harán el traslado al "stacking" de la respectiva nave a un costo de US\$45 por movimiento, suma que la SPRC cobrará al exportador.

De esta manera, para evitar sobre costos y problemas de última hora con el ingreso de la carga al puerto de Cartagena, la sociedad portuaria sugiere:

- a- Abstenerse de despachar carga al puerto sin haber obtenido el número de la reserva
- b- Suministrar el número de la reserva a su Agente de Aduana antes de la llegada de la carga al puerto
- c- Insistir ante sus Agentes de Aduana sobre la imperiosa necesidad de incluir sin falta en el ARIM el número de la reserva
- d- En caso de solicitarse para inspección antinarcoóticos, deberá presentarse dicha autorización, ya que de lo contrario la mercancía no se embarcará.

Para tener la carga en puerto colombiano debidamente documentada es necesario 8 días de nacionalización que permita surtir los trámites y remitir la información en debida forma. Caso contrario la mercancía no podría entrar al país, sin el proceso de nacionalización respectivo.

Tabla 17. Tiempos de tránsito y frecuencia

Origen	Destino	frecuencia	tiempo de tránsito		tipo de carga					flete		
		(días)	Min (días)	Máx (días)	20'	40'	45'	20'R	40'R	PP	CC	CC 1
Atlanta	Barranquilla	7	7	9	si	si	si	no	si	no	si	si
Seattle	Barranquilla	8	14	16	si	si	no	no	no	si	no	no
Miami	Barranquilla	7	8	10	si	si	no	no	si	si	si	no
Atlanta	Buenaventura	7	13	15	si	si	no	no	si	no	si	si
Seattle	Buenaventura	15	20	22	si	si	no	no	no	si	si	no
Miami	Buenaventura	7	10	12	si	si	no	no	si	no	si	si
Promedio		8.5	12	14								

Tipo de carga: R: Refrigerado, H: High cube, BB: Carga suelta

Fletes: PP: Flete prepagado, CC: Flete al cobro, CC1: Flete al cobro sujeto a confirmación.

En la tabla anterior se observa el promedio de frecuencia y tiempos de tránsito, el modo de transporte marítimo es recomendado para volúmenes masivos de carga pero no para cargas urgentes ya que debe satisfacer los requerimientos del comprador en cuanto a frecuencia, rapidez, disponibilidad y accesibilidad. El transporte marítimo usado por UPR para la importación de sus materias primas, pero una vez llega al puerto es transportada por vía terrestre hasta Bogotá.

▪ TRANSPORTE TERRESTRE

Si bien el Transporte Terrestre involucra la posibilidad de transportar la mercancía de importación por Carretera, vía Férrea y Fluvial, "en Colombia no se encuentran totalmente desarrolladas estas dos últimas posibilidades; por este motivo el Transporte Terrestre por Carretera esta presente en la totalidad de los análisis de costos y tiempos de importación, sin importar que medio final o inicial de transporte internacional se utilice para movilizar la oferta exportable a su destino"²².

Los elementos básicos para el desarrollo del transporte por carretera lo constituyen la infraestructura vial, los vehículos, la organización empresarial y desde luego la carga.

²² PROEXPORT Colombia. Centro de información Zeiky. Logistica Proexport. Medio de transporte

1. Las Vías

La infraestructura vial está compuesta por las carreteras, con sus servicios anexos como terminales, zonas de manejo y parqueo. La capacidad portante de las vías está determinada por las normas especiales de construcción de cada país y de ellas dependen la capacidad de los equipos de transporte.

2. Tipos De Vehículos

Los vehículos de transporte de carga, ya sean de estructura rígida o articulados, como remolques y semiremolques, cuentan con carrocerías especializadas según las características de la carga a movilizar. En el mercado de transporte terrestre se encuentran, entre otros, los siguientes tipos de vehículos:

- Camión de plataforma abierta,
- Camión con carrocería de estacas y lona para cubierta,
- Camión cerrado tipo furgón, para carga general, refrigerado o isotérmico,
- Camión tolva,
- Camión tanque, y
- Camiones para cargas especiales, por ej: transporte de vehículos, animales.

3. La Organización Empresarial

La estructura organizativa de las empresas prestatarias de los servicios de transporte terrestre por carretera, generalmente está reglamentada por normas emitidas por los Ministerios de Transporte.

Se destaca que la organización empresarial en países en vía de desarrollo puede ser precaria, por lo cual se debe investigar con anterioridad los servicios y controles que ofrecen las compañías transportadoras.

4. Naturaleza De La Carga

Esta condiciona el tipo de vehículo a utilizar, entre ellos, de acuerdo con las características de la carga, los siguientes:

- Carga general,
- Líquidos,
- Cargas a granel,
- Cargas unitarias, y
- Cargas extrapesadas y especiales.

De otra parte, las condiciones térmicas en las que la mercancía debe transportarse obligan a emplear un tipo especial de vehículo previsto con equipo frigorífico y recubierta su caja de material aislante.

La elección del vehículo apropiado supone definir sus características de capacidad, carga y espacios de maniobra requeridos, así como los medios auxiliares que pudieran emplearse. Por lo tanto hay que definir:

- Capacidad volumétrica,
- Carga máxima,
- Accesos para la carga/descarga, y
- Equipos de cargue/ descargue.

5. Cotización Del Transporte Por Carretera

Los usuarios deben exigir de los transportadores por carretera cotizaciones que contemplen los siguientes aspectos:

- Valor de la tarifa por unidad de carga (incluidos o excluidos cargues y/o descargues)
- Tipo de vehículo que utilizará
- Clase de seguro que posee
- Recargos por manejos adicionales y/o "stand by" (tiempo de espera)
- Tiempo de tránsito
- Condiciones de seguridad y control de seguimiento
- Condiciones de pago
- Documentos exigibles.

TRANSPORTE CARRETERO INTERNACIONAL

El transporte carretero o terrestre internacional es aquel que permite el traslado de mercancías desde un país exportador hasta un país importador cumpliendo normas sobre tránsito aduanero internacional, ceñido a normas internacionales sobre operación de servicios, utilizando empresas debidamente reconocidas y habilitadas por los distintos países por donde circulará la carga. Este tipo de transporte, por lo general, está regido por acuerdos o convenios internacionales que han sido suscritos por los países. Dentro de estos acuerdos se destacan:

- El convenio de transporte terrestre Internacional por carretera del Cono Sur, que rige los servicios en los países latinoamericanos del sur del Continente.
- La Decisión 399, sustitutiva de la Decisión 257, que es aplicable al transporte terrestre Internacional dentro de los países miembros de la Comunidad Andina.
- Convenio Internacional de transporte por carretera CMR. Normativa Europea sobre servicio de transporte terrestre por carretera.

Por lo general, las empresas transportadoras que prestan servicio terrestre internacional deben obtener los permisos reglamentarios en las normas antes mencionada.

▪ **TRANSPORTE FERROVIARIO**

En aquellos países donde existe infraestructura de vías y operan los servicios de transporte internacional por ferrocarril es frecuente la utilización del servicio de transporte ferroviario, el

cual opera por lo general para el transporte de grandes volúmenes y a distancias superiores a los 500 kilómetros.

El servicio ferroviario opera bajo normas y convenios específicos como el CMR para el sector europeo.

La materia prima es adquirida por intermedio de un proveedor cuyo representante en Colombia se encarga de la totalidad de la importación de la materia prima desde distintos orígenes, sin embargo, UPR ha tenido que modificar en varias oportunidades su plan de producción debido a que por causas como bloqueos de vías y condiciones climáticas la materia prima no ha llegado a la compañía en el tiempo esperado. Es decir, la correcta planeación del tiempo necesario para que los insumos tanto del proceso de inyección como del de termoformado lleguen a la compañía debe tener en cuenta aspectos de incertidumbre que se pueden presentar ó contratiempos de fuerza mayor de carácter físico en las carreteras como derrumbes, inundaciones, puentes y condiciones de orden público. y no solo la capacidad de las vías y los equipos de transporte.

Dentro de la descripción del proceso de transporte de la materia prima desde el exterior, el paso 3 sería el directamente afectado por este tipo de problemas. La compañía ha experimentado varios tipos de atrasos por motivos parecidos y ha llegado a tener que pedir nuevamente la materia prima desde el lugar de origen y comenzar nuevamente el proceso de transporte completo.

Todo lo anterior impide que se logre una aplicación de la totalidad de la teoría de inventarios Just in Time (JIT) para los inventarios de materia prima, se puede estimar un tiempo promedio de llegada y duración de la cadena de aprovisionamiento pero siempre teniendo en cuenta un factor de incertidumbre que incluye riesgos de orden público, estados de las vías, paros, toma de vías, derrumbes, etc. lo que hace necesario a UPR Ltda. tener un " Colchón " de seguridad de inventarios de materia prima, contrario a lo que plantea la teoría de Justo a Tiempo que busca reducir los inventarios casi a cero o no tener colchones de seguridad por que se basa en una extrema planeación de demanda y exactitud en la cadena logística, dada también por la confianza en los tiempos de entrega de los proveedores, más no tiene en cuenta otros factores como los presentados al interior de nuestro país como los descritos.

Este tipo de retrasos siempre tendrán que estar cubiertos por inventario permanente en los almacenes de materia prima de UPR Ltda.. sin embargo, algunos de los elementos de JIT fueron estudiados para su posible implantación en UPR Ltda. y se planteó la reducción del lote en las células de manufactura entre estación de trabajo .

Inventarios de Producto Terminado. El área de almacenaje de producto terminado es en el mismo lugar de ensamble y transformación de plásticos, lo anterior produce que existan obstáculos y aumento de los trayectos de transporte de material. La empresa no cuenta con suficiente espacio de almacenaje, pero tampoco maneja inventarios por largos periodos de tiempo, sin embargo, el hecho que se utilice el área de producción para el almacenaje hace que le probabilidad de daños tanto físicos a los operarios como a los productos en proceso, aumente.

Las máquinas de la empresa están localizadas hacia los extremos de la bodega y en el centro se encuentra la zona de almacenaje y ensamble sin diferenciación. Se considera importante realizar un análisis de esta distribución para así poder ver las posibles mejoras que se pueden realizar para generar un área de trabajo más eficiente.

Figura 15. Inventario De Producto en Proceso y Producto terminado



5.4.3 Planteamiento de la situación propuesta Teniendo en cuenta que la teoría JIT, que propone la eliminación total de inventarios, se propone la aplicación de células de manufactura Ver sección 5.2., en el cual se puede lograr una disminución de los inventarios de producto en proceso, de un lote de 3000 a 4000 piezas termoformadas a un lote de 1000 sealers o producto terminado reduciendo el tiempo de proceso y el movimiento de inventarios.

También se propone para coordinar mejor el JIT en las células de manufactura propuestas la utilizar la papeleta que pegan en cada caja actualmente para identificar el producto, (Ver figura 16), para saber en que momento deben empezar a traer más materia prima, de acuerdo a l orden de producción para que funciones las cajas deben llenarse con producto terminado una a una e ir restando cuando se vaya a llenar la siguiente caja las cantidad colocada en la primera caja.

Figura 16. Indicador actual de producto UPR Ltda.



Se sugiere la elección de pocos proveedores. Proveedores cercanos o grupos de proveedores remotos para que la actividad de recepción y la actividad de inspección de entrada no sean

necesarias. Si el personal de compras ha sido eficaz en la selección y desarrollo de los proveedores, los artículos comprados se pueden recibir sin un conteo formal, inspección y procedimientos de pruebas. Además también se recomienda respetar las áreas demarcadas para almacenamiento y tener al alcance teléfonos y contacto de proveedores alternos, pero respetando los pactos a largo plazo con los proveedores elegidos para un mayor entendimiento de las requisiciones de calidad y tiempos de entrega de la materia prima a corto y a largo plazo, lo que reanudará en un beneficio para UPR y para las compañías de proveedores que se tengan ya que genera una mayor estabilidad y confianza en los acuerdos que se tiene o los acuerdos que se hagan a futuro.

5.5 BENEFICIOS ESPERADOS

Reducir las distancias de recorrido del proceso de termoformado para la empresa con respecto al procedimiento actual en 79.62% al implementar la célula 1, en 68.52% al implementar la célula 2 y en 60% al implementar la célula 3 y disminuir así el contenido del trabajo suplementario.

La mejora de la disposición y de la planificación del proceso evita movimientos innecesarios, reduciendo tiempo y esfuerzo tratando de eliminar distancias inútiles y mejorando técnicas en los procesos de troquelado, termoformado y empaque.

La implementación de células de manufactura también pretende estandarizar movimientos, tareas y eliminar por ejemplo el tener que graduar la temperatura de la termo formadora manualmente y al trabajar con estos grupos de trabajo, encontrar la mejor manera de realizar el procedimiento óptimo para la creación de una pieza termo formada cualquiera, ya sean empaques, contenedores para ampollitas, bases para sombras, etc., definir las mejores prácticas, entre todos los integrantes de una misma célula que después se pueden complementar con los integrantes de otras células, ganando así motivación en el trabajo por parte de los empleados al tener que tomar decisiones que los atañen directamente, además de aumentar el nivel de empoderamiento de los mismos, incrementando el sentido de pertenencia a la empresa, disminuir los niveles de ausentismo al sentirse participes de los cambios a realizar en los procesos de producción, eliminando la monotonía y rutina de los puestos de trabajo.

Reducción de inventarios de productos en proceso del proceso de Termo formado, disminuyendo el volumen de producto que se acumula proveniente de las tres troqueladoras logrando reducir: el inventario de producto de proceso y la rotación del mismo, no se tendría que esperar a acumular producto terminado para hacer la inspección de calidad, sino que por el contrario al distribuir el material a cada célula se encargaría de la revisión del mismo en lotes más pequeños. Mejorando la calidad del producto terminado.

Mejora de la calidad y la fiabilidad. Reducir el número de proveedores y aumentar los compromisos a largo plazo en los proveedores tiende a mejorar la calidad del proveedor y la fiabilidad. Los proveedores y los compradores deben tener un entendimiento y una confianza mutua.

5.6 INDICADORES:

Los siguientes Indicadores miden el impacto de los cambios propuestos en la empresa, mediante la realización de un paralelo entre la situación inicial y la situación con las propuestas resultantes de este proyecto

$$\text{Número de defectuosos Célula (i)} = \frac{\text{Número de artículos defectuosos Célula (i)}}{\text{Tiempo del turno}}$$

Unidades Indicador: Numero de defectuosos / hora

$$\text{Total número de defectuosos} = \sum_{i=0}^3 \frac{\text{Número de artículos defectuosos Célula (i)}}{\text{Tiempo del turno}}$$

El indicador le permitirá a UPR Ltda. Conocer el aumento o reducción del número de defectuosos actual del proceso de termoformado, frente a la cantidad de defectuosos que se tienen por célula en el mismo proceso. La metodología plantea que a futuro, por trabajar con lotes más pequeños es mas fácil y pronto identificar los defectuosos, corrigiendo el problema (calidad materia prima, troquelado, etc.) a tiempo , antes de que se produzcan más, lo que significa que este indicador debe disminuir a medida que se avance en la implementación de las células de manufactura.

5.7 VIABILIDAD FINANCIERA

OPCIÓN 1. La inversión de la implementación de las células de manufactura en UPR LTDA. Consiste en el costo de detener la producción de termoformado 10 horas aproximadamente, tiempo de máquina parada, 7 horas en traslados y una hora y media de calentamiento de las máquinas. Además de los costos de mano de obra, costos de adecuación de la planta y capacitaciones.

5.7.1 Detalle costos opción 1:

Factores prestacionales reales de UPR Ltda., para los salarios normales no integrales:

Cesantías: 8.30%
Vacaciones:4.16%
Prima Legal:8.30%
Salud: 8.00%
Pensión:10.88%
Caja de Compensación: 9.00%
Intereses sobre Cesantías:1.00%

A.R.P 1.522%

TOTAL 51.162%

1. **Costo Tiempo muerto Termoformadora** = Número horas Máquina parada X Número de piezas termoformadas por hora X costo pieza + costo tiempo muerto del operario debido a la producción parada + costo encargado producción + encargados montaje

- Costos tiempo muerto operarios = 358.000 pesos ÷ 30 Días = \$ 11.933 / día.

$$\$11.933 \div 8 \text{ horas} = \$ 1.492 / \text{hora}$$

$$\$ 1.492 / \text{hora} \times 7 \text{ Horas} \times 3 \text{ operarios} = \$ 31.325$$

$$\$ 31.325 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 47.350$$

\$ 47.350

- Costo Jefe de Producción = 2'800.000 ÷ 30 = \$ 93.333 / día

$$\$ 93.333 \div 8 \text{ horas} = \$ 11.667 / \text{hora}$$

$$\$ 11.667 \times 7 \text{ Horas} = \$ 81.667$$

$$\$ 81.667 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 123.449$$

\$ 123.449

- Costos mano de obra montaje = 358.000 pesos ÷ 30 Días = \$ 11.933 / día.

$$\$11.933 \div 8 \text{ horas} = \$ 1.492 / \text{hora}$$

$$\$ 1.492 / \text{hora} \times 7 \text{ Horas} \times 4 \text{ personas} = \$ 41.776$$

$$\$ 41.776 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \mathbf{\$ 63.149}$$

Costo Tiempo

$$\mathbf{\text{muerto Termoformadora}} = 7\text{hr} \times 1200\text{piezas} \times \$56 + \$47.358 + \$123.449 + \$ 63.149 \\ = \mathbf{\$ 704.356}$$

2. **Costo Tiempo alistamiento Termoformadora** = Número de horas calentamiento e iniciación termoformadora X Número de piezas termoformadas por hora de alistamiento X costo pieza + costo tiempo muerto operarios.

- Costos tiempo muerto operarios = 358.000 pesos ÷ 30 Días = \$ 11.933 / día.

$$\$11.933 \div 8 \text{ horas} = \$ 1.492 / \text{hora}$$

$$\$ 1.492 / \text{hora} \times 1.5 \text{ Horas} \times 3 \text{ operarios} = \$ 6.714$$

$$\$ 6.714 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 10.149$$

\$ 10.149

$$\begin{aligned} \text{Costo Tiempo alistamiento Termoformadora} &= 1.5\text{hr} \times 1200\text{piezas} \times \$56 + \$10.149 \\ &= \mathbf{\$ 110.949} \end{aligned}$$

3. **Costos capacitación del personal** = Costo tiempo personal planta + costos papelería utilizada en la capacitación

- Costos tiempo personal planta = Número de horas invertidos en la capacitación X costo Hora hombre X número de personas necesarias en la capacitación²³+ costo preparación y capacitación Jefe de Planta.

$$= 3 \text{ hr} \times \$ 1.492 / \text{hora} \times 30 \text{ personas} + 9.5 \text{ hr} \times \$1.492 \times 12 \text{ personas} = \$304.368$$

$$= \$304.368 + \$ 11.667 / \text{hora} \times 14.5 \text{ Horas} = \$ 473.539$$

$$= \$ 314.017 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 715.812$$

Costos capacitación del personal = \$ 715.812

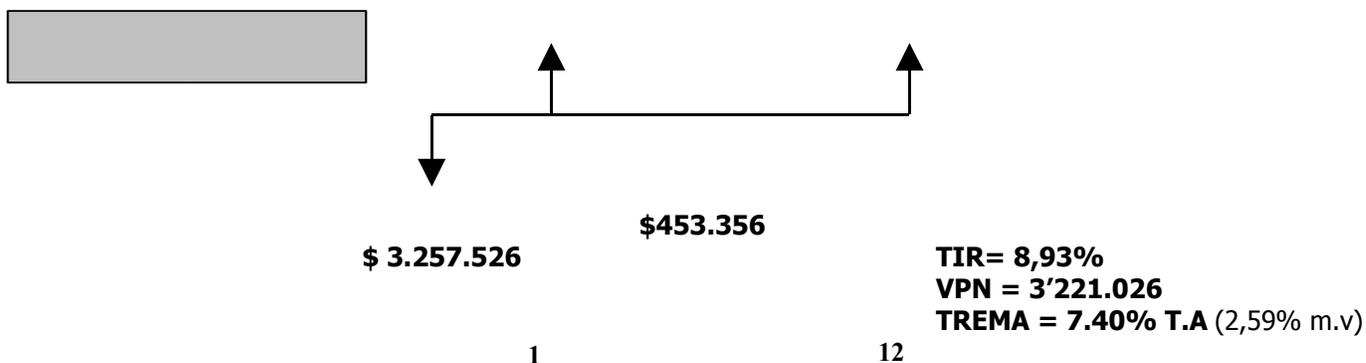
El costo de la capacitación del personal esta calculado en forma global para la implementación total de las tres células, en la tabla 18 se observan los costos asociados a la implementación de cada una de las células y el costo total de la capacitación para las tres.

Tabla 18. Costos Implementación Opción 1

²³ El número del personal será el total de la planta en la primera fase o fase introductoria de la propuesta, según el cronograma de implementación, pero en la puesta en marcha e implementación de las células 1, 2 y 3 solo será necesario la presencia del personal del proceso de termoformado

	Implementación Célula 1	Implementación Célula 2	Implementación Célula 3	Total Implementación
Costo Tiempo Termoformadora Parada	\$704.356	\$704.356	\$704.356	\$2.113.068
Costo Tiempo de calentamiento o alistamiento Termoformadora	\$110.949	\$110.949	\$110.949	\$ 332.847
Costos capacitación (costos personal involucrado en la capacitación)				\$ 715.812
Costos Adecuación planta				\$95.800
				<u>\$ 3.257.526</u>

Figura 17. Flujo de caja opción 1 de inversión, implementación células de manufactura.



El retorno de la inversión está calculado de la siguiente manera:

La implementación de células, permite una disminución total de 56.2m en el proceso de termoformado. La reducción total en tiempo es de 2.24 min., si se tiene en cuenta que las células generan en un sólo proceso simultáneo 24 piezas (promedio de molde de 8 cavidades). Se estima que el salario actual de un operario de termoformadora es de 1smmlv (\$358.000 + factor prestacional del 51.162% aprox. = \$541.160) y teniendo en cuenta la reducción, se necesitaría producir 160.332 piezas (145.757 + 10% de piezas defectuosas), meta que se alcanzará en un máximo de 1.13 meses si se utiliza completamente la capacidad productiva de cada célula para recuperar la inversión. Los ingresos debidos a esta reducción de tiempo se estiman desde el momento de realizar la reubicación de la maquinaria, la red neumática y otros, generando beneficios por un tiempo indefinido.

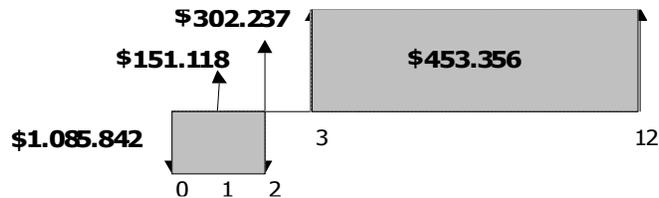
OPCIÓN 2. La disposición de la planta para la creación de las células también se puede realizar en forma gradual, implementando las células una por una y no de manera simultánea.

5.7.2 Detalle costos opción 2:

Tabla 19. Costos implementación Células manufactura Opción 2

	Implementación Célula 1	Implementación Célula 2	Implementación Célula 3
Costo Tiempo Parada Termofradora	\$704.356	\$704.356	\$704.356
Costo Tiempo de calentamiento o alistamiento Termofradora	\$110.949	\$110.949	\$110.949
Costos capacitación (costos de todo el personal involucrado en la capacitación y papelería)	\$ 238.604	\$ 238.604	\$ 238.604
Costos Adecuación planta	\$ 31.933	\$ 31.933	\$ 31.933
Total	\$1.085.842	\$1.085.842	\$1.085.842

Figura 18. Flujo de caja opción 2 de inversión, implementación células de manufactura.



VPN = 2'664.109
TREMA=7.40% T.A
TIR%= 7.89%

5.7 CONCLUSIONES

La aplicación de un sistema de manufactura celular en el proceso de termo formado abre la puerta a la manufactura esbelta en esta empresa ya que gracias a la creación e implementación de las células, se pueden desprender otros conceptos asociados a ella como son los de JIT, KANBAN y KAIZEN pues como se verá más adelante la implementación de Kaizen requiere la formación de grupos de trabajo, lo que se posibilita gracias a que ya se cuenta con unos los grupos que trabajan en las células de manufactura, además el control de inventarios es más fácil de llevar al trabajar en ciclos cortos de producción asociados con las celdas o células de manufactura.

En este caso el alcance de las células de manufactura se posibilitó únicamente para el proceso de termo formado.

El JIT permite la disminución de la inversión para mantener niveles altos de inventarios, el aumento en la rotación del inventario, la utilización de menor espacio de almacenamiento, cuello de botella, problemas de coordinación, proveedores no confiables etc.

Seria imposible hablar de JIT sin emplear otra de las herramientas de la Manufactura esbelta como las células de manufactura, el TPM y las 5S's, pues en este caso se facilitó el cálculo de la disminución del lote del producto en proceso del termoformado ya que se partió del supuesto de la utilización de estas células planteadas, así como se hace referencia a el capítulo de TPM y 5S's, pues para confiar en que la producción JIT funcionará hay que tener la certeza del buen estado de las máquinas y que no se van a dañar las termoformadoras teniendo que hacer más lote por si acaso se llegara a dañar, además como se verá y analizará en el capítulo 7 TPM , al implementar esta herramienta se reduce el tiempo de maquinaria parada y se logra una disminución de al menos 40% del tiempo muerto de las máquinas de termoformado.

6. 5S's

Basado en palabras japonesas que comienzan con "S", esta filosofía se enfoca en el trabajo efectivo, organización del lugar, y procesos estandarizados de trabajo. 5S's simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad. El uso integrado de estos principios puede levantar el funcionamiento de la seguridad, la utilización de trabajo, necesidades de espacio, y la satisfacción del empleado.²⁴

SEIRI. (Ordenamiento o acomodo). Es la primera S o práctica y se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Hace énfasis en mantener solo lo necesario y seleccionar lo que ya no sirve y tirarlo o darlo a alguien a quien si le pueda servir, retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción o de oficina cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca del lugar de trabajo o de donde se necesiten, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

La implantación del SEIRI permite crear un entorno de trabajo en el que se evitan problemas de espacio, pérdida de tiempo, aumento de la seguridad y ahorro de energía.

SEIRI consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario y eliminar lo excesivo.
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.

La implementación de SEIRI prepara los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto del SEIRI está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas y el área de trabajo se vuelve insegura.

²⁴ UNIVERSITY OF KENTUCKY, College of Engineering, Lean Manufacturing Certification Program, Document Online "Basis & Courses", 1998, U.S.A.
http://www.crms.engr.uky.edu/lean/cert_p.html

SEITON. (Todo en su lugar). Es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

SEITON. Consiste en organizar los elementos que ya se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Por ejemplo:

1. "¿Qué necesito para hacer mi trabajo?"²⁵
2. ¿Dónde lo necesito tener?
3. ¿Cuántas piezas de ello necesito?"

Aplicar SEITON tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Tiene como propósito mejorar la identificación y marcación. La implantación del Seiton requiere de Controles visuales²⁶, los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. (La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos) La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y se puede decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente. Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil:

- El Sitio donde se encuentran los elementos
- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.

El Orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.

SEISO. Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fabrica SEISO implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fuga. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.²⁷

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente. SEISO implica un pensamiento superior a limpiar. Exige realizar un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

SEIKETSU. (Estandarizar). Es la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Es el proceso para conservar los logros, para que el lugar de

²⁵ THE SPAIN – U.S CHAMBER OF COMMERCE, Career Services, (Document Online)
www.spainuscc.org/career/vrsci.html, 1999-2002

²⁶ Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver

²⁷ SAMUEL K. HO y SVETLANA Cicmil. Japanese 5-S practice. En: TQM Magazine, MCB University Press, Vol. 8, No. 1 (1996)

trabajo no llegue nuevamente a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con las anteriores acciones; Consiste en estandarizar las mejores prácticas en el área de trabajo. La aplicación correcta que se haga del SEIKETSU, le permite a la empresa los siguientes beneficios:

- Guardar el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Mejorar el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

SHITSUKE (sostener). El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "estatus quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo. Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Para obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo, se necesita crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la Disciplina. Su aplicación garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

"Esta será, con mucho, la "S" más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las "5S's". Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "vieja" forma de hacer las cosas"²⁸

Una vez bien implementado, el proceso de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y un mayor desenvolvimiento en el área de trabajo, cualquiera de los cuales, hace a la empresa más competitiva en el mercado y se convierte así en una organización más remunerativa.

"5 S ayuda a eliminar desperdicios rápidamente de la empresa, pero los participantes de el programa de las 5S's no son solo para los empleados del área de limpieza, es para cada uno de los integrantes de la compañía"²⁹.

²⁸ Ibid. , p. 49

²⁹ <http://www.bullisleanmanufacturing.com/courses>

Los beneficios de implantar la metodología de las 5S's son los siguientes³⁰:

- Mejorar la seguridad.
- Ayudar a reducir el desperdicio.
- Incrementar eficiencia.
- Mejorar imagen.
- Contribuir a desarrollar buenos hábitos.
- Desarrollar el Auto-Control.
- Mejorar de la disposición ante el trabajo.

Con la opción de la metodología de las 5S's se obtienen espacios seguros, confortables y productivos, así como lograr que las personas tengan una mejor disposición para elaborar productos de alta calidad y brindar un servicio excelente a sus clientes.³¹

6.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL

El polvo y la limpieza es un factor crítico a controlar en UPR Ltda. El polvo tiene características abrasivas que rayan el material recién moldeado y desmejoran la presentación general haciendo que no se cumplan las condiciones mínimas de calidad. Por tratarse mayormente de producción de envases, que salen de la empresa para ser llenados con el producto, es importante que el envase este completamente libre de desechos para que no contamine el producto a contener para el que fue diseñado.

Se encontró que el lugar donde se almacena la materia prima para el proceso de inyección esta desordenado, existen cajas de cartón (Ver Figura 19) para guardar el producto terminado y para ser utilizado en el proceso de engomado almacenado en el lugar correspondiente exclusivamente al almacenamiento de la materia prima de inyección, lo que dificulta la ubicación de los bultos de pigmentos y en ocasiones hasta dificulta el paso pues no se puede cerrar o abrir la puerta con facilidad, ni pasar a buscar otro elemento dentro del almacén, al tener que mover los bultos para pasar Figura 19, además también se encuentran allí, bolsas plásticas y material que no corresponde al proceso de inyección y por lo tanto debería estar almacenado en otro sitio, mas cercano al lugar o proceso donde se utilizan realmente.

³⁰ Programa 5S's Centro de Calidad, Tecnológico de Monterrey, Mexico2001.Ing. Ángel Manuel Vélez Chong. Universidad Virtual

³¹ Ibid

Figura 19. Almacén de Materia Prima UPR Ltda.



Otro tipo de desechos como las rebabas de plástico son recogidas, y llevadas periódicamente a un molino en donde se preparan y homogenizan para usarlas mezcladas en un mínimo porcentaje con material virgen y ser reutilizado, sin embargo, el molino esta muy distante de la inyectora y del lugar donde se guarda la materia prima, (Ver figura 11), haciendo que el operario realice varios viajes en trayectos largos que podrían acortarse para tener cerca todas las herramientas necesarias disminuyendo hora- hombre de trabajo que se ve reflejado en una mayor eficiencia del proceso al tener un mayor número de piezas terminadas en un menor tiempo, de la misma manera en el caso de ser material ya tintado, se muele y se guarda para venderlo a empresas que hacen otro tipo de productos que no requieren alta calidad en la presentación. Pero al igual que el molino el sitio de mezclado es distante del lugar de almacenaje

Área de engomado. En la parte del proceso de engomado y encartonado hay bastante desorden, ver figura 20, aunque hay buena señalización de normas de higiene que deben tener en cuenta los operarios y personal que se acerque al área en cuanto al vestuario, se puede lograr un mayor orden y aseo en esta área puesto que la goma se puede regar o esparcir fácilmente por el lugar y al ser un líquido inflamable, sumado al calor de la planta puede incrementar el riesgo de incendio, lo que constituye una pérdida de dinero para UPR Ltda., no solo por la posible ocurrencia del riesgo, sino en el momento de asegurar la planta, se puede incrementar los valores de primas y deducibles por este factor de aseo. Además en la parte de arriba existen cajas y material amontonado que se puede caer fácilmente causando lesiones al personal circulante por esta área. Además, en esta área de zona de engomado se encuentran, al igual que en el almacén de materias primas, cajas acumuladas sin ningún orden o finalidad específica de estar almacenados en este lugar del proceso de engomado. Ver figura 20.

Figura 20. Zona de engomado

6.2 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

Para involucrar al personal se comenzará con una campaña de expectación cuatro semanas antes entre la gente titulada "¿Dónde está Inés???", Ver anexo D, La campaña está dividida en tres etapas, cada una de las cuales consiste en difundir entre el personal, avisos, prendas de vestir pertenecientes a Inés, en cada etapa de la campaña para generar expectativa al interior del personal y se le motive a participar en la misma de una forma espontánea y hasta divertida para no perjudicar el ambiente laboral, pues la idea de la campaña, es que las 5S's no se sientan como una imposición ni se vean como un exceso de carga laboral, sino presentarla como una actividad recreativa organizada por el área de recursos humanos con el apoyo de la Presidencia y altos directivos, y formar un "escuadrón limpieza" formado por el jefe de producción, Julián Sánchez, Ángela Díaz, jefe de recursos humanos y bienestar social, que liderara la gestión en cada parte del proceso, creando un plan gana puntos para los operarios ver anexo E, estimulando a los participantes mediante incentivos muy llamativos, que se pagaran de los resultados obtenidos al finalizar la campaña, ver viabilidad financiera numeral **6.4**, y además de un reconocimiento por su colaboración del Gerente general de UPR Ltda. Una vez concluido el proceso. Las 5S's se aplicarán mediante jornadas o campañas³² que permitan implementar las acciones que cada S con lleva en forma gradual. (Ver cronograma propuesto para la implementación de 5S's)

6.3 ANÁLISIS APLICACIÓN METODOLOGÍA PROPUESTA 5S's

La siguiente, es la metodología propuesta para la implementación de 5S's al interior de la empresa UPR una vez finalizada la campaña de expectativa "¿Dónde está Inés???". Finalizada la campaña, se comenzará con la realización de 5 jornadas³³ de duración dos semanas cada una, para lograr la capacitación del personal y la adaptación del conocimiento de cada una de las 5S's dentro de la empresa, cada jornada, durará dos semanas, en las cuales, los participantes, podrán ganar puntos según el grado de asimilación y cumplimiento de los objetivos planteados dentro de cada jornada, y quien haya logrado el mayor número de puntos por el cumplimiento de la herramienta, tendrá un

³²SAMUEL K. HO y SVETLANA Op. Cit. , p.51

³³ HO Samuel K. y CICMIL Svetlana. Techniques Japanese 5-s Practice. En: The TQM Magazine/ MCB University Press. UK. Vol. 8, No.1, 1996; p.45

incentivo al finalizar todas las S. Además, cada S o jornada que se realice contará con los siguientes espacios:

- Reunión Inicial: Duración 60 minutos. Esta reunión se hará al inicio de cada S, en la cual se explicará al personal el objetivo de cada una de las S o la jornada que se va a trabajar en el lapso de las dos semanas siguientes a la reunión y explicando la forma de ganar puntos y lo que se persigue puntualmente con la implementación. Dentro de esta reunión se hará énfasis, en el conocimiento de la teoría de la S a trabajar y se pondrán ejemplos prácticos de la cotidianidad de UPR, para explicar la manera de alcanzarla.
- Reunión Final. Duración 60 minutos. Al final de cada jornada se hará una reunión de retroalimentación, para analizar los logros y dificultades encontrados por el personal y se llevará un registro de los mismos para no repetir los errores a futuro, así como también, se conservarán los logros o la mejor manera de hacer las cosas, con el fin de encontrar las mejores prácticas dentro de UPRE, convirtiéndose en una organización que aprende.
- Jornada Aplicación S: Duración 90 minutos. Se realizará los días sábados, cada 15 días para realizar los cambios que plantea la herramienta, este espacio de dos horas será dedicado exclusivamente a conseguir los objetivos planteados por la herramienta que se este trabajando en esas semanas.

El responsable de las reuniones y del éxito de la implementación de la herramienta será el "Escuadrón Limpieza", que esta conformado por el jefe de producción, quien será el encargado de impartir la capacitación y el material teórico y los ejemplos prácticos de cada S, la Jefe de Recursos Humanos, quien agendará las reuniones y se responsabilizará por la difusión del material promocional de las campañas, llevará el conteo del plan gana puntos de cada operario y repartirá los incentivos según los puntos acumulados, el gerente general de la compañía, será quien haga la apertura de las campañas y estará presente durante las reuniones finales de retroalimentación , atento a los cambios propuestos por el personal y que se hayan venido desarrollando.

Adicionalmente, todas las jornadas girarán en torno a la campaña de expectativa generada inicialmente, la cual tendrá participación como ir arreglando a Inés y al final según los resultados obtenidos de cada área (cada área es una parte del cuerpo de Inés),se irá publicando como va el área de trabajo en general, es decir el arreglo de Inés, además de los puntos que se logren por resultados individuales, de esta manera se fomentará también el trabajo en equipo para lograr obtener en mejor estados todas las áreas de trabajo común.

6.3.1 SEIRI. Reunión Inicio Campaña. El fin de la campaña de expectación, es reunir al personal y comenzar con la fase 1 de implementación de 5S's, programando una reunión con motivo "conocer a Inés" Ver anexo D, que la abrirá el gerente general de la compañía, pero también asistirán, además de los operarios todo el personal de producción y también el encargado del área de recursos humanos que lidera el proceso de los puntos y nos ayudara con la difusión de las campañas explicándoles que es lo que se quiere lograr con las 5S's, el objetivo de las mismas, es decir, un mejor ambiente de trabajo para ellos mismos que reanudaran en beneficios para todos,

y también exponiendo la manera de trabajar en cada una de las S o fases, mostrando el plan gana puntos y la manera de obtenerlos, ver anexo E, también se hará énfasis en la primera S que se va a trabajar. La siguiente es la agenda de dicha reunión, lanzamiento campaña SEIRI:

Primera reunión SEIRI: Una vez se ha explicado en que consiste el objetivo de las 5S's y las fases, el tiempo de cada una de las S y el plan gana puntos, el jefe de producción procederá a explicarle al personal en que consiste la primera S: lo primero es identificar todo lo que esta sobrando del área y los puestos de trabajo, explicar que se debe hacer una lista de elementos que se creen innecesarios para lo cual contaran con un formato y su respectivo instructivo (ver anexo F) que se les dará a cada uno el día sábado , tiempo dedicado para tal fin, y hacer el siguiente tipo de preguntas para identificar si existe un elemento innecesario o no: ¿Es necesario este elemento?, ¿Si es necesario, es necesario en esta cantidad?, ¿Si es necesario, tiene que estar localizado aquí. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. La idea de esta S antes de ordenar es ubicar aquel material dentro de bodega que le hace perder tiempo a los operarios al no encontrar rápidamente el material que necesitan para su trabajo. Esta lista será cumplimentada por el encargado de producción, Julián Sánchez, durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña o jornada, el ingeniero, podrá poner como ejemplo el almacén de inyección, este, esta desordenado y los pigmentos no son ubicados inmediatamente cuando se necesitan pues no es fácil de visualizar todo el material, ver figura 21, para encontrar los bultos de Master Batch, materia prima fundamental en el proceso de inyección, es necesario mover otros bultos del material pero de distinto color al solicitado o están obstruidos por cajas que contienen cartones a utilizar en el proceso de engomado que no son tan indispensables.

La primera tarea será colocar en la lista elementos tales como mezclas obsoletas, cajas de cartón, bolsas, y material que pertenece a otra área y que por tal motivo sobran por ejemplo del almacén de inyección y enviarlo cerca del área donde realmente se necesita, es decir especificarle al personal claramente en que consiste y los lugares determinados para comenzar el almacén de inyección y los sitios donde se guardan los moldes de Inyección y Termoformado, producto en proceso y producto terminado de Termoformado e inyección, pero inculcando que todos son responsables de su puesto y área de trabajo y que el día de la campaña se destinará un lugar específico para colocar todo lo que es innecesario y encontraron que les sobraba de su lugar de trabajo, el adecuado diligenciamiento de los formatos e iniciativas propias en beneficios de la campana , les permitirá a los operarios ir acumulando puntos para reclamar los premios. El día planeado para esta actividad será el día sábado, día en que no se despachan pedidos, en un espacio de dos horas, la primera hora , será para identificar los elementos innecesarios y colocarlos en el lugar para todos los elementos innecesarios y la segunda será la revisión de estas listas y reacomodación de los mismos en otras áreas a las que correspondan o eliminar lo que no sirve, siempre bajo la supervisión del jefe de producción, Julián Sánchez, quien lidera la campaña.

Las bolsas por ejemplo sobran del almacén de materia prima precisamente porque no son materia prima de ningún proceso, son utilizadas para empacar las cajas en donde va el producto terminado , lo que significa que no todo lo que se encuentre es para botar simplemente sobra del lugar que se esta estudiando porque no es útil que se encuentre allí.

Figura 21. Disposición de Master Batch Al interior del Almacén.



Se debe hacer una lista de elementos que se creen innecesarios y hacer el siguiente tipo de preguntas para identificar si existe un elemento innecesario o no: ¿Es necesario este elemento?, ¿Si es necesario, es necesario en esta cantidad? , ¿Si es necesario, tiene que estar localizado aquí. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. Esta lista será cumplimentada por el encargado del almacén durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña o jornada. Las bolsas por ejemplo sobran del almacén de materia prima precisamente porque no son materia prima de ningún proceso, son utilizadas para empacar las cajas en donde va el producto terminado , lo que significa que no todo lo que se encuentre es para botar simplemente sobra del lugar que se esta estudiando porque no es útil que se encuentre allí.

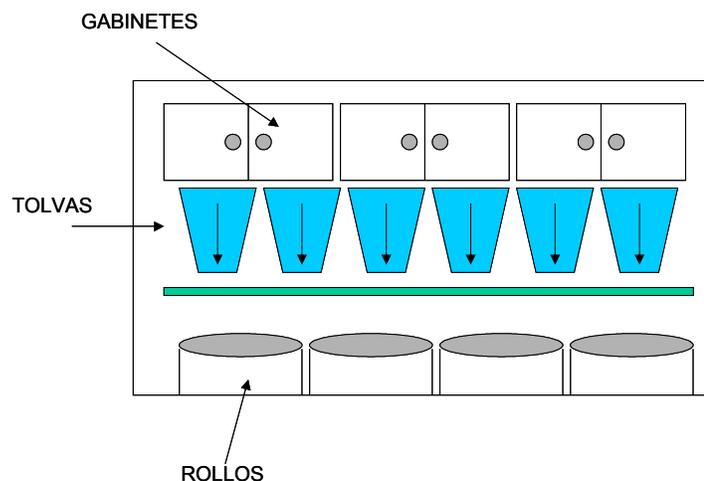
Segunda Reunión SEIRI. Al finalizar la campaña se hará otra reunión el lunes siguiente para escuchar a los operarios respecto a como les fue, resultados que encontraron, aspectos a tener en cuenta para la otra campana, etc. También se publicara en una cartelera el ranking de los puntos ganados en esta S.

6.3.2 Reunión Inicio Campaña SEITON.³⁴ Una vez se haya cumplido con la fase 1 de SEITON, y solo se tenga el material de trabajo a mano, se hará otra reunión en la cual se explicará a los operarios que deberán diligenciar una lista con los elementos que deben estar cerca de su entorno permanentemente, que hacen parte de su puesto de trabajo y que están bajo su responsabilidad, para esto se les entregará un formato, Anexo G, que deberá ser trabajado por ellos y contar con la aprobación del jefe de producción, y una vez este lista, Ángela Díaz, representante de bienestar social, comparará frente a la misma, el estado del área y las herramientas del sitio de trabajo a la hora de realizar visitas sorpresa al puesto de trabajo y otorgar puntos por el cumplimiento de la lista en diferentes etapas de las 5S's y también después de finalizadas las campañas. El SEITON también propone sistemas de guardado eficientes y visualización adecuada de los elementos de trabajo, por lo cual se les explicara, los nuevos elementos de almacenaje de materias primas y la forma adecuada de utilizarlos:

³⁴SAMUEL K. HO y SVETLANA Op. Cit. , p.51

ALMACENAJE MATERIAS PRIMAS. Actualmente en UPR Ltda. , las materias primas son almacenadas en el orden en el que llegan y en su propio empaque en un cuarto destinado para tal fin. Figura 21. Los materiales llegan a la fábrica tanto en bolsas como en rollos y en el momento son almacenados en el espacio que se vaya desocupando. Al momento de ser necesitada cierta materia prima específica, se busca la bolsa más cercana al operario sin tener en cuenta su fecha de ingreso o caducidad, por lo cual se propone una división del espacio en tres sectores claramente demarcados. Figura 22. El sector inferior, se utilizará para el almacenaje de rollos de alto peso, de material para termo formar; En una altura media, se deberán instalar pequeñas tolvas unitarias para almacenar la materia prima que va llegando a la planta según su tipo, las tolvas permitirán que al ser alimentadas, el material viejo vaya siendo utilizado mientras el material nuevo es guardado. En la parte superior, se instalarán repisas con puerta para guardar lejos del polvo y de otros factores ambientales, los tintes y pigmentos a utilizar en la coloración de los productos plásticos. Se implementarán fichas intercambiables para anotar las referencias de colores y la cantidad disponible en stock. Estas cantidades correspondientes al inventario de materia prima se van actualizando cada vez que el encargado del almacén entrega la cantidad solicitada por el operario de inyección o de termoformado, según una orden de pedido, actualmente este control es llevado en un cuaderno, la propuesta consiste en organizar el almacén en tres sectores, y colocar la cantidad actual de inventario en un lugar visible según, la siguiente distribución de almacén propuesta que se muestra en las figura 22, que busca, en concordancia con la teoría de Seiton, la creación de una adecuada visualización de los elementos de trabajo y recalca la importancia de tener sistemas de guardado eficientes y efectivos y mediante la ubicación de los pigmentos según los colores de los tintes, y la creación de formatos, para organizar el almacén y se más fácil hallarlos.

Figura 22. Distribución y Marcación del Almacén propuesto.



MOLDES DE INYECCIÓN Y DE TERMOFORMADO. Los moldes de inyección utilizados por la fábrica en cada uno de los proyectos, son guardados en una estantería en la entrada de la fábrica. Estos moldes pueden ser muy costosos para inyección (aceros especiales) como muy económicos pero con alto nivel de detalle y hechos a mano (plásticos y en madera) para el proceso de termo formado, además, estos moldes son de diseños únicos de la compañía y hacen parte de los activos

valiosos de la empresa. Estos moldes se encuentran desordenados, y se guardan absolutamente todos los intentos fallidos y descartados por problemas técnicos o por especificaciones del cliente.

Principalmente se eliminarán los moldes que hayan sido descartados por los clientes y el uso y se hará una revisión para determinar de forma fiable, qué moldes están disponibles para su uso inmediato y que diseños definitivamente no van a volver a ser fabricados, esta revisión deberá llevarse a cabo por el jefe de producción inicialmente y después aprobado por la gerencia. Los moldes que se escojan para seguir siendo guardados en las instalaciones de la empresa, deberán ser clasificados según su material de fabricación y su tipo de uso (termoformado e inyección). Después de su clasificación deberán ubicarse de la siguiente manera en el espacio disponible de la planta.

- A) Moldes de inyección: Por tratarse mayormente de moldes fabricados en aceros especiales y con un gran volumen y peso, se colocarán en la parte final de la planta, junto con su respectiva grúa para montaje, se clasificarán por tamaño (número de cavidades para producción) y se ubicarán en estanterías móviles para su acomodación y fácil acceso en caso de ser necesario.
- B) Moldes de termoformado: Por su bajo peso se propone ubicarlos en una estantería en la cual se clasifiquen por la fecha en la que fueron utilizados y el cliente con la ficha que se muestra a continuación. Para más información , se recomienda ver el formato de vida moldes ANEXO H y su respectivo instructivo

Adicionalmente, se explicara la importancia de demarcar todas las áreas que rodean las máquinas de producción con líneas amarillas, para llamar la atención de visitantes y permitir un flujo seguro de materiales dentro de la planta. Además, es necesario respetar las áreas demarcadas para almacenamiento y evitar en lo posible el almacenamiento de mercancías en lugares de circulación, utilizando las estanterías y áreas destinadas para tal fin. La mercancía que se tenga que colocar en lugares alternos debe ser únicamente la que esté esperando a ser acomodada en las estanterías y áreas de almacenamiento.

6.3.3 SEISO:

Uno de los factores que genera daños a los productos plásticos terminados y en proceso es el rayado por materiales como polvo, que con el movimiento genera fallas en el acabado de los productos brillantes. El polvo y los agentes externos que pueden llegar a rayar y dañar el terminado final de las piezas. Y aunque en la planta actualmente, aproximadamente cada 2 horas, un operario se encarga de limpiar el piso de la planta, se propone adicionalmente a este proceso, contribuir a controlar los daños ocasionados por el polvo de la siguiente manera:

- a) Elementos de trabajo para los operarios: Los operarios deberán trabajar en todo momento con batas blancas y cofias para evitar que el cabello caiga sobre los materiales en proceso o

los productos terminados. Adicionalmente se sugiere que los operarios usen guantes que aíslen la grasa y suciedad de la piel de los productos recién procesados. Ver Figura 23.

Figura 23. Manipulación Del Producto en Proceso y Producto Terminado. (Operario sin guantes)



Implementación guantes para operarios:

El agarre es la conformación de la mano a un objeto acompañado de la aplicación de una fuerza para manipularlo, por lo tanto, es la combinación de una fuerza con una posición. El agarre se aplica a herramientas, partes y objetos en el puesto de trabajo durante el desempeño de una tarea.

Para generar una fuerza específica, el agarre fino con los dedos requiere de mayor fuerza muscular, que un agarre potente (objeto en la palma de la mano), por lo tanto, un agarre con los dedos tiene un mayor riesgo de provocar lesiones.³⁵

La relación entre el tamaño de la mano y del objeto influyen en los riesgos de lesiones. Se reduce la fuerza física cuando el agarre es de un centímetro o menos que el diámetro del agarre con los dedos.

³⁵ www.monografias.com/trabajos/ergonomia/ergonomia.shtml

Dependiendo del material, los guantes pueden afectar la fuerza de agarre con los dedos del trabajador para un nivel determinado de fuerza muscular. El trabajador que usa guantes, puede generar una mayor fuerza muscular que cuando no los utiliza. La mayor fuerza se asocia con un aumento de riesgo de lesiones.

Los estudios de Ergonomía recomiendan que utilicen una apropiada protección de mano cuando las mismas se encuentren expuestas a riesgos tales como absorción por la piel de sustancias dañinas, heridas graves o alteraciones, fracturas, quemaduras químicas, y temperaturas elevadas.

“Generalmente se suministran guantes para prevenir las heridas, laceraciones, quemaduras, y evitar el contacto de la piel con químicos que son capaces de causar local o sistemáticamente efectos secundarios por exposición dérmica”³⁶

Para el caso particular de UPR Ltda. Se recomiendan dos alternativas de guantes:

- Guantes resistentes al corte:

Figura 24. Guantes Industriales Tipo 1



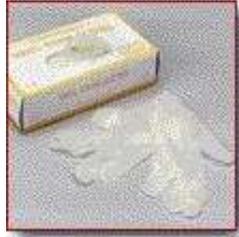
Guantes industriales resistentes al corte, de agarre fino, permiten una mayor sensibilidad con el producto terminado.

Cantidad: Se necesitarían 25 guantes para los operarios que están en contacto con el producto en proceso y producto terminado. La duración de los guantes oscila entre los dos y los cinco años de uso, depende del uso y cuidado de los mismos. Son más resistentes que los guantes de vinilo, tiene una mayor resistencia al corte y no son de carácter desechable. Los costos asociados a estos guantes se muestran en la tabla 21. Para saber la talla se puede utilizar el formato de la figura 26

- Guantes industriales en vinilo

Figura 25. Guantes de Vinilo industriales Tipo 2

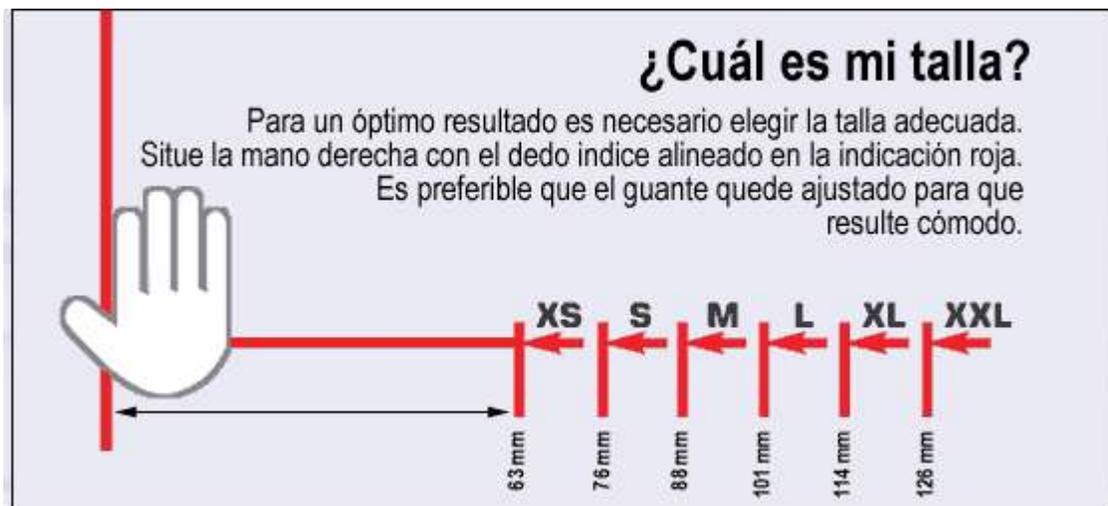
³⁶ Apuntes de Clase, cátedra Seguridad Industrial Lope Hugo. Septiembre 2002 Universidad Javeriana



Guantes de alta Calidad, evitan que el polvo afecte los productos terminados, desechables y más económicos que los guantes resistentes al corte mostrados anteriormente, pero que tendrían que ser reemplazados mensualmente. Son más resistentes que los guantes tradicionales de latex, sin embargo también son de carácter desechable. Anualmente se necesitaría una provisión de 360 guantes. Los costos asociados se aprecian en la tabla 22.

Para la medida de los guantes se puede utilizar el siguiente identificador de tallas:

Figura 26. Indicador de talla Guantes para operarios



- b) Se propone usar las mangueras de la red neumática disponibles alrededor de la planta para despejar las superficies de proceso y para librar de partículas de polvo cada una de las piezas que se vayan produciendo. Adicionalmente, los puntos de acabado y control de calidad que incluyen procesos de corte, deberán contar con un recipiente plástico para depositar los residuos del proceso, estos residuos deberán ser almacenados y posteriormente desechados por la persona encargada del proceso específico. Ver figura 27.

Figura 27. Red Neumática Actual UPR Ltda.



6.3.4 SEIKETSU. Los responsables serán los mismos de las campañas anteriores y se hará énfasis, mediante un manual de limpieza con los estándares buscados y la publicación en lugares visibles dentro del área de producción, se podrá asignar claramente las responsabilidades de mantener el limpio el sitio respectivo de trabajo. El encargado del almacén, por ejemplo tendrá la responsabilidad de no dejar ingresar al almacén de materia primas los materiales que se van a utilizar en otros procesos tales como el de empaque de producto terminado o los cartones para el engomado porque se habrán reacomodado en otra área más cercana para su utilización. Al tener plenamente identificado los sectores será fácil de ubicar todo el material que se necesite en el área de producción.

También se debe estar permanentemente documentando al personal acerca de no guardar o acumular basura o cosas en mal estado tal como los guantes de retal para coger las láminas de termoformado sino que estén pendientes de su vestimenta de trabajo que evita ante todo la inseguridad del área. Para lograr este punto, personal de recursos humanos pasara ocasionalmente por los sitios de trabajo, revisando la indumentaria de los operarios y el uso de los elementos de seguridad como guantes y cofias para asignar puntos al plan gana puntos que sigue funcionando hasta mas allá del final de la implementación.

Levantar flujo gramas con tiempos acerca del tratamiento que se les debe dar a los moldes de termo formado para no exceder su vida útil y perjudicar el producto sino ir botando los moldes obsoletos que no valgan la pena ser guardados ganando espacios para el almacenaje de los últimos moldes.

Es importante recordar que al final de cada campaña se publicaran listas de resultados con los puntos acumulados por cada persona y se irán premiando mediante estímulos pequeños tales como un día libre a la semana o artículos comestibles o bonos en dinero de \$30.000. , además según los puntos acumulados durante y DESPUÉS de la campaña recibirán estímulos también de acuerdo al manual Gana Puntos. ANEXO E

6.3.5 SHITSUKE. Esta relacionado con la creación de hábito al interior de UPR Ltda. Y que el manual de la limpieza y toda la campaña se vuelva parte cotidiana del personal, para lo cual se propone que las 5S's se hagan anualmente, en fechas fijas, al interior del manual tentativamente los primeros días de enero al comenzar el año y la otra a mediados de septiembre o agosto de

manera que no se improvise sino que estén previamente determinadas, además que haya un gran reconocimiento para las personas no solo que adelanten la gestión durante las jornadas de limpieza, sino que mantengan muy bien aseado su lugar de trabajo y sigan los estándares establecidos. También se propone la obtención de puntos mediante visitas a los sitios críticos del área y las personas lo vean como una competencia, la competencia por ser mejores trabajadores, más limpios y que caigan en cuenta que les genera grandes beneficios para ellos que son los directamente implicados con el trabajo de 5S's que se esta haciendo. Se implementaran beneficios en especie para la persona con el mayor número de puntos positivos, ver sección 6.5 viabilidad financiera.

También se incluirá dentro de la inducción del personal, la manera de llevar a cabo las prácticas de las 5S's y lo que se persigue con ellas, las metas a alcanzar, se le insistirá mucho al personal nuevo en lo referente a la campaña y a los estándares que quieren que sigan, informarle a los operarios las responsabilidades en cuánto a maquinaria, manejo de mercancía, tener al día su uniforme, marcación de los lugares donde se encuentran las herramientas, objetos importantes , menos importantes, logrando una rápida visualización y alcance de las herramientas más necesarias para realizar su trabajo, uso correcto de los guantes, cofias, etc.

Tabla 20. Cronograma de implementación 5S's

ACTIVIDAD		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CICLO I CAMPANA DE EXPECTACIÓN	FASE INTRODUCTORIA DEL PROGRAMA	■															
	GENERACIÓN DE EXPECTATIVA		■														
	GENERACIÓN DE EXPECTATIVA			■													
	GENERACIÓN DE EXPECTATIVA				■												
	PRESENTACIÓN DE INES					■											
	LANZAMIENTO DE CAMPAÑA						■										
	CAPACITACIÓN INICIAL							■									
CICLO II IMPLEMENTACIÓN DE 5S	IMPLEMENTACIÓN SEIRI	REUNIÓN INICIO CAMPANA															
		JORND APLICACIÓN SEIRI															
		REUNIÓN FINAL															
	IMPLEMENTACIÓN SEITON	REUNIÓN INICIO CAMPANA															
		JORND APLICACIÓN SEITON															
		REUNIÓN FINAL															
	IMPLEMENTACIÓN SEISO	REUNIÓN INICIO CAMPANA															
		JORND APLICACIÓN SEISO															
		REUNIÓN FINAL															
	IMPLEMENTACIÓN SEIKETSU	REUNIÓN INICIO CAMPANA															
		JORND APLICACIÓN SEIKETSU															
		REUNIÓN FINAL															
	IMPLEMENTACIÓN SHITSUKE	REUNIÓN INICIO CAMPANA															
		JORND APLICACIÓN SHITSUKE															
		REUNIÓN FINAL															
	CIERRE Y ANALISIS DE RESULTADOS																

6.4 BENEFICIOS ESPERADOS

Reducir los tiempos de acceso al material, herramientas y otros elementos de trabajo necesarios en el proceso de Termo formado e inyección.

Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas,

envases plásticos, cajas de cartón y otros, además, de los moldes utilizados para realizar el Termoformado y los que se van a utilizar en la inyectora.

Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.

Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo que se verá en el capítulo 7 TPM, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa el la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.

La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo, se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.

- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.
- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.

6.5 VIABILIDAD FINANCIERA

Se propuso la compra y organización del sitio que contiene inventarios de materia prima, además de la creación de un plan gana puntos que contempla incentivos para los operarios que logren mantener en las condiciones adecuadas su sitio de trabajo, incluso después de acabadas las campañas. También se contempla el valor de hora operario, el tiempo que duran las reuniones de

implementación, además del personal de recursos humanos y el jefe de planta involucrados en la campaña. A continuación se ven reflejados los costos de la propuesta, pero la recuperación de la inversión y los beneficios cuantitativos de la implementación de la propuesta se verán en SMED, ya que la implementación de 5S's reduce el procedimiento de intercambio de moldes, lo que contribuye para plasmar los resultados financieros, el impacto en la calidad del ambiente de trabajo, la seguridad y demás aspectos, se medirán por medio de la herramienta elaborada por la firma YANHAAS para medir el impacto de la cultura y el mejoramiento continuo de las propuestas.

6.5.1 Detalle Costos Implementación 5S's (Soportes Anexo I)

- **Guantes industriales Tipo 1** = valor par guantes³⁷ X número de operarios en contacto con el producto en proceso y producto terminado

$$\text{Guantes industriales Tipo 1} = \text{U\$ } 6.86^{38} \times 30 = \text{U\$ } 205.76$$

Guantes industriales Tipo 1 = \$555.550

- **Total Incentivos Personal** = Día Hábil + Premios a repartir según catálogo (Anexo E)

$$\text{Día Hábil remunerado} = \$ 358.000 \div 30 = 11.933 \times 2 \text{ operarios} = \$ 23.867 + 51.162\%^{39}$$

$$\text{Premios a repartir}^{40} = \text{Promedio premios} \times 10 \text{ operarios}$$

Promedio Premios =	\$ 14.900	Estuche piezas Lexington
	\$ 16.900	Minipersiana
	\$ 17.900	Caja Vanity
	\$ 19.900	Juego de Cuchillos
	\$ 25.000	Abrelatas Inalámbrico
	\$ 30.000	Bono en efectivo
	\$ 30.000	Bono dinero en efectivo
	<u>\$ 154.600</u>	÷ 7

$$\begin{aligned} \text{Promedio Premios} &= \$ 22.086 \\ \text{Incentivos a repartir} &= \$ 22.086 \times 10 \text{ operarios} \\ &= \$ 220.860 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Incentivos Personal} &= \$ 23.867 + \$ 220.860 = \$ 244.727 \\ &= \mathbf{\$ 244.727} \end{aligned}$$

³⁷ Marca Wells Lamont ® (guantes industriales) cotizados por internet. Su precio y descripción se pueden obtener de la página web http://www.orioninternational.us/Catalog/wells_lamont.htm

³⁸ Incluidos Tax y envío

³⁹ Se repartirán a los dos primeros puntajes más el máximo incentivo del catálogo que es un bono de \$ 30.000

⁴⁰ Los incentivos se repartirán a las 10 personas con el ranking de puntos más altos, los obsequios para ellas dependerán del número de puntos al cual llegaron que tendrá que ser más de 30

- **Reuniones Implementación** = Costo operarios + Costos personal RRHH + Costos Jefe de Planta + costos papelería

Costos tiempo operarios = Número de horas invertidos en la capacitación X costo Hora hombre X número de personas necesarias en la capacitación

$$\begin{aligned} \text{Costos tiempo operarios} &= 358.000 \text{ pesos} \div 30 \text{ Días} = \$ 11.933 / \text{ día.} \\ & \$ 11.933 \div 8 \text{ horas} = \$ 1.492 / \text{ hora} \\ & \$ 1.492 / \text{ hora} \times 12 \text{ Horas} \times 30 \text{ operarios} = \$ 537.120 \\ & \$ 537.120 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 811.921 \\ & \mathbf{\$ 811.921} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costos personal RRHH} &= 1'500.000 \div 30 = \$ 50.000 / \text{ día} \\ & \$ 50.000 \div 8 \text{ horas} = \$ 6.250 / \text{ hora} \\ & \$ 6.250 \times 16 \text{ Horas} = \$ 100.000 \\ & \$ 112.500 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 151.162 \\ & \mathbf{\$ 151.162} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo Jefe de Producción} &= 2'800.000 \div 30 = \$ 93.333 / \text{ día} \\ & \$ 93.333 \div 8 \text{ horas} = \$ 11.667 / \text{ hora} \\ & \$ 11.667 \times 14 \text{ Horas} = \$ 163.333 \\ & \$ 163.333 + \text{Factor prestacional (51.162\%)} = \$ 246.898 \\ & \mathbf{\$ 246.898} \end{aligned}$$

Reuniones Implementación = \$ 811.921 + \$ 151.162 + \$ 246.898 + \$ 125.555 = **\$ 1'335.536**

Tabla 21. Detalle costos Implementación 5S's opción 1 de guantes.

Concepto Asociado al Rubro	Concepto Desagregado	Cantidad	Precio Total
Estanterías metálicas		5	\$ 754.000
Tolvas pequeñas de aluminio		6	\$ 348.000
Guantes industriales Tipo 1		30	\$555.550
Total Incentivos Personal	Día hábil	2	\$ 36.078
	Premios	10	\$ 220.860
Reuniones Implementación (12 Horas)	Costo Operarios	30	\$ 811.921
	Costos RRHH	1	\$ 151.162
	Costos Jefe de planta	1	\$ 246.898
	Papelería	60	\$ 125.555
TOTAL			\$ 3.237.813

Tabla 22. Detalle costos Implementación 5S's opción de guantes No. 2

Concepto Asociado al Rubro	Concepto Desagregado	Cantidad	Precio Total
Estanterías metálicas		5	\$ 754.000
Tolvas pequeñas de aluminio		6	\$ 348.000
Guantes industriales Tipo 2		180.000	\$191.160
Total Incentivos Personal	Día hábil	2	\$ 36.078
	Premios	10	\$ 220.860
Reuniones Implementación (12 Horas)	Costo Operarios	30	\$ 811.921
	Costos RRHH	1	\$ 151.162
	Costos Jefe de planta	1	\$ 246.898
	Papelería	60	\$ 125.555
TOTAL			\$ 2'885.634

La inversión en este aspecto es importante para mantener el aseo y orden en la planta a todo momento. La seguridad del puesto de trabajo y la facilidad de manejo de inventarios (acceso y visualización) también se ven mejorados por esta inversión, ya que como se vera en el diagrama de procedimiento actual de intercambio de moldes para el proceso de inyección, la revisión del estado de los moldes, tarda 15 minutos, tiempo que podría disminuir o incluso obviarse si se llevara un estado optimo del uso del molde en todo momento, si se realizara el mantenimiento periódico de los mismos, además, las operaciones de búsqueda del molde y herramientas se tardan 12 minutos, con la implementación se lleva este tiempo de 12 minutos a 1 minuto aproximadamente en el proceso de termoformado.

Los indicadores correspondientes al análisis financiero de este capítulo y demás indicadores se encuentran relacionados en el capítulo 8 SMED por considerarse que estos se encuentran

directamente relacionados con el orden y aseo de los moldes y ubicación rápida de los mismos, planteados en el capítulo 8.

6.6 CONCLUSIONES

Debido a la situación descrita anteriormente, se pretende concretar mediante las herramientas de 5S's, iniciativas tendientes a mejorar la productividad asociada con la limpieza, claridad y organización en el lugar de trabajo y en el sitio donde se llevan a cabo los procedimientos de Termo formado, engomado e inyección así como también los lugares de almacenamiento de los moldes, producto en proceso, producto terminado y materias primas por considerarlas en estado grave al interior de UPR Ltda. Y que además se puedan adelantar acciones conducentes a tener una capacitación especializada en el tema y que sirva de soporte a la pequeña y mediana empresa de manufactura de plásticos y que también se puedan generar resultados que sirvan de base para estudios posteriores que se quieran adelantar al respecto.

7. TPM

El mantenimiento productivo total o TPM es la traducción de TPM® (Total Productive Maintenance) y es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. Permite diferenciar una organización con relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- a) Dirección de operaciones de mantenimiento
- b) Dirección de tecnologías de mantenimiento.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

Funcionamiento del TPM. La puesta en marcha del TPM implica tomar una serie de medidas directivas para crear el espacio necesario para su desarrollo. Antes de iniciar las acciones operativas y técnicas del TPM relacionadas con la mejora de la productividad, la dirección debe tomar decisiones sobre cómo estructurarse para el TPM, realizar un diagnóstico de las pérdidas en la empresa, establecer políticas, objetivos, diseñar planes para el desarrollo ordenado, formación, planes de reconocimiento, estrategias de promoción, etc.

La práctica del TPM se inicia con la valoración de las pérdidas que impiden lograr mejores resultados de los sistemas productivos. Son diez y seis las pérdidas que impiden la eficiencia global del sistema productivo. Ocho están relacionadas con las pérdidas de eficiencia del equipo (averías, cambios, ajustes, puestas en marcha, pérdida de velocidad, defectos, paradas menores, pérdida por parada planificada). Cinco pérdidas impiden la eficiencia del trabajo de las personas (dirección, movimientos, organización de las líneas de producción, pérdidas resultantes al automatizar, medidas y ajustes). Tres pérdidas adicionales impiden el uso pleno de los recursos de producción (pérdida por desperdicio de materiales, pérdidas de energía y pérdida de moldes, herramientas, cuchillas, etc.) Una vez valoradas las pérdidas, se preparan gráficos o tablas para poder conocer la evolución de estos parámetros.

Los procesos fundamentales TPM que una empresa puede implantar dependen de las características de la fábrica, grado de desarrollo tecnológico, estado del equipo, nivel de formación del personal, grado de involucramiento de la dirección superior de la empresa y otros criterios.

Procesos Fundamentales del TPM. Constituyen las actividades operativas que se deben realizar para lograr las mejoras esperadas. Estos procesos se deben desarrollar en forma ordenada, siguiendo una metodología que asegure el logro de beneficios. Para lograr mejorar la posición competitiva de una empresa, el JIPM⁴¹ sugiere desarrollar los siguientes pilares TPM:

a. Proceso de Mejora Enfocada (Kobetsu Kaizen). Busca eliminar radicalmente pérdidas utilizando una metodología de análisis y soluciones de problemas. Los proyectos de mejora se realizan individualmente o en equipos pequeños.

b. Proceso de Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen). Desde el punto de vista técnico, este pilar busca que el equipo tenga un comportamiento regular (predecible), logrando eliminar los problemas crónicos que impiden su pleno rendimiento. Desde el punto de vista humano, este pilar trae los beneficios de mejorar de la calidad y seguridad del sitio de trabajo, desarrollar la capacidad técnica del personal y aumenta el sentido de responsabilidad del personal. En las acciones de este pilar el operario se involucra en los trabajos de conservación y mantenimiento de las condiciones básicas del equipo (conservarlo limpio, correctamente lubricado y ajustado). Utiliza técnicas como la estrategia de las 5S's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (clasificar, ordenar, limpiar, trabajo estandarizado y disciplina), técnicas de análisis de problemas, gestión visual, procesos de diálogo, trabajo en equipo y otras técnicas de comunicación muy eficaces.

c. Proceso de Prevención de Mantenimiento. Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos

⁴¹ Definición del (JIPM) Japanese Institute of Plant Maintenance que data de los años de 1980, que amplía la visión inicial del TPM, pues la primera definición "oficial" de TPM publicada en 1971 por el JIPE, antecesor del JIPM fue orientada específicamente a las áreas de producción, sin embargo, el TPM al ir cubriendo progresivamente otras áreas diferentes a producción y al ser aplicado a una mayor escala en corporaciones, el JIPM vio la necesidad de desarrollar una nueva visión de lo que debería ser el TPM y es la anteriormente expuesta.

equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

7.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL

Actualmente se observa que en la compañía no existe estructurado un programa de mantenimiento para garantizar el buen y continuo funcionamiento de las máquinas inyectoras y termoformadoras de la planta, tampoco existe un registro o historial de los inconvenientes que ha tenido cada una de las máquinas en su etapa productiva, sin embargo se conocen estimados de costos y tiempos de máquinas paradas o dañadas y desempeño en general de cada uno de los proveedores.

UPR Ltda., cuenta dentro del total de máquinas con maquinaria desarrollada por compañías internacionales, que tienen un catálogo completo y guía de mantenimiento precisa, pero esta no se tiene en cuenta por los costos de tener los repuestos referenciados del manual, en stock por largos periodos de tiempo, además de los costos de importación y transporte sin que sean "necesarios todavía". La compañía cuenta también con maquinaria desarrollada a la medida y con tecnología casera, que funcionan bien para proyectos pequeños pero que no tienen una vida útil definida ni plan de mantenimiento sugerido por el fabricante. El único mantenimiento que se lleva a cabo es el mantenimiento correctivo que se realiza cuando la máquina ya esta fallando o es definitivamente improductiva y hay que detenerla para comenzar a revisarla, este trabajo lo realiza la persona encargada del mantenimiento y montaje de la planta de producción.

Valoración de Pérdidas - Proceso de Inyección. Teniendo en cuenta que la mayoría de productos inyectados en UPR Ltda., vienen de moldes de 14 cavidades y con el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente, se pueden hacer las siguientes estimaciones:

Tiempo de inyectoras paradas al año:	20 días
Días al mes de máquina improductiva:	$(20 \text{ días} \times \text{año}) \times (1 \text{ año} / 12 \text{ meses})$ $= 1,6667 \text{ días/mes}$
Número promedio de golpes de inyectora:	3 golpes por minuto.
Capacidad de producción de una inyectora: Teniendo en cuenta que:	55.400 piezas en 24 horas (tres turnos)
	$3 \text{ golpes/min.} = 42 \text{ piezas/min.}$
	$42 \text{ piezas/min.} \times 60 \text{ min./hora} = 2.520 \text{ piezas/hora}$
	$2.520 \text{ piezas/hora} \times 22^* \text{ horas/día} = 55.400 \text{ piezas/día}$

- No se tienen en cuenta dos (2) horas de alistamiento, limpieza y puesta a punto de cada máquina.

El día implica tres turnos laborales.

Piezas dejadas de producir por máquina:

$$20 \text{ días/año} \times 55400 \text{ piezas/día} = 1'108.000 \text{ piezas al año}$$

TOTAL PIEZAS DEJADAS DE PRODUCIR EN
PROCESO DE INYECCIÓN AL AÑO:

5'540.000 piezas por año. (Las 5 inyectoras)

Valoración de Pérdidas - Proceso de Termoformado: Teniendo en cuenta que la mayoría de productos termoformados en UPR Ltda., vienen de moldes de 18 cavidades, se pueden hacer las siguientes estimaciones:

Producción de termoformadora:

$$\begin{aligned} & 1,6933 \text{ cierres/min.} \times 18 \text{ piezas/cierre} \\ & = 30 \text{ piezas / min.} \\ & = 39.600 \text{ piezas /día (22 horas*, tres turnos de} \\ & \text{trabajo)} \end{aligned}$$

* Se contemplan 2 horas de calentamiento y puesta a punto de máquinas

Promedio de días perdidos por máquina en los últimos dos (2) años:

$$\begin{aligned} & 15 \text{ días/año} \\ & = 1,25 \text{ días/mes} \end{aligned}$$

Número de piezas dejadas de producir por falla de máquina: 594.000 piezas al año por máquina

$$\begin{aligned} & 39.600 \text{ piezas/día} \times 1,25 \text{ días al mes} \\ & = 594.000 \text{ piezas/año} \end{aligned}$$

TOTAL PIEZAS DEJADAS DE PRODUCIR EN
PROCESO DE TERMOFORMADO AL AÑO:

1'782.000 piezas por año.

Tiempo de operarios perdido inyección:

45 días/año

Tiempo de operarios perdido termoformado:

100 días/año

Salarios pagados y perdidos a operarios:

4,8333 (1 salario = 30 días)

7.2 ANÁLISIS APLICACIÓN TPM

Considerando el TPM no como enfocar cambios a el mantenimiento de maquinaria y el correcto registro de la información eventual únicamente, sino como una forma de conocimiento y de mejora

del ambiente laboral y espacio de trabajo de las personas que laboran en UPR Ltda., se considera que en el caso de esta empresa en particular se deben implantar políticas que generen cultura organizacional hacia el aprovechamiento de los recursos de la empresa y en general la conservación de los bienes de la compañía en una posición de beneficio mutuo empleado-industria.

Características propias de esta empresa como son su tamaño y su trayectoria en el mercado contando también con una baja rotación de personal, hacen de UPR Ltda., una compañía con características ideales para la implantación de TPM. La experiencia adquirida a través de los años por los empleados y el horario de trabajo que manejan ha hecho que la compañía haya adquirido una política de rotación de labores, en la cual un operario rota sus funciones en promedio dos veces en el año, una consecuencia de lo anterior es que la mayoría de los operarios tienen amplio conocimiento de los procesos y de los insumos necesarios para lograr el objetivo productivo general de la empresa, siendo esta una característica básica en el desarrollo de personalización e identificación del empleado con la empresa.

7.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

Según la documentación y la investigación que se hizo del tema, ver numeral 7, se realizó un resumen que se muestra en la figura 28, para que cada una de las propuestas estén encaminadas a reducir de manera significativa cada una de las siguientes posibles pérdidas de eficiencia del sistema productivo.

Figura 28. Eficiencia global del sistema productivo



Se propone inicialmente una capacitación completa y clara a los operarios para clarificar las razones por las cuales el proceso está organizado de la manera actual y recibir retroalimentación. Hacer énfasis en el manejo adecuado de la maquinaria y el funcionamiento básico de cada una de las

máquinas para que los operarios al utilizarlas tengan en cuenta el trabajo que está haciendo la máquina y el desgaste que está sufriendo. El objetivo de esta capacitación gradual pero intensiva es lograr que cada uno de los operarios conozca profundamente la máquina que opera para poder así detectar desgastes y posibles fallas que se puedan presentar antes de que sucedan y ellos mismos puedan intervenir en actividades básicas propias del desarrollo de su trabajo tales como lubricación de maquinaria. Hay tareas simples que pueden desarrollarse, por ejemplo, en el área de engomado, donde es necesario estar pendiente para que el óxido no dañe la máquina mostrada en la figura 29 y puede hacer parte del mantenimiento autónomo planteado para el operario en esta zona.

Esta capacitación será dictada por la persona que de acuerdo al concepto del jefe de producción, cuenta con la mayor experiencia en el manejo de esta máquina en particular. La capacitación se realizará a todas las personas de planta en medio turno (4 horas) abarcando así la totalidad de máquinas.

Figura 29. Zona de engomado.



Los temas específicos propuesto para trabajar en la capacitación que se plantea son los siguientes:

- Objetivos generales de la capacitación
- Presentación de las personas que expondrán
- Explicación del proceso de termoformado a nivel general
- Explicación del funcionamiento de cada una de las termoformadoras
- Exposición de diferencias técnicas entre las máquinas de la planta
- Observaciones generales de manejo y desgaste de partes de cada una de las termoformadoras
- Solución de preguntas.
- Descanso)
- Presentación de personas que expondrán
- Explicación del proceso de inyección a nivel general
- Explicación del funcionamiento de cada una de las inyectoras
- Exposición de diferencias técnicas entre las máquinas de la planta
- Observaciones generales de manejo y desgaste de partes de cada una de las inyectoras
- Solución de preguntas

La capacitación se llevará a cabo al menos dos veces al año, ver ANEXO J, Cotizaciones de mantenimiento, para así garantizar que las personas recuerden permanentemente y saben cual es el correcto funcionamiento de cada una de las máquinas.

Se propone también llevar un registro de las partes que han necesitado ser cambiadas y de los mantenimientos tanto preventivos como correctivos que han sido necesarios para el continuo funcionamiento de las máquinas. Este control se deberá llevar a cada una de las máquinas y ser archivado como historial en caso de ser necesitado posteriormente.

Para cumplir lo anterior se deberá diligenciar completamente el FORMATO DIARIO DE RENDIMIENTO DE MÁQUINAS (anexo K incluye instructivo) después de terminado o el turno o después de que una máquina es utilizada por un operario. Esta información permitirá detectar también qué operarios están utilizando de una manera equivocada la máquina generando desgastes o daños prematuros. El formato diligenciado será entregado al jefe de producción, que deberá archivarlos y llenar el FORMATO MENSUAL DE RENDIMIENTO DE MÁQUINAS de acuerdo a la información registrada en estos, después de 4 semanas. Anexo L Formato e instructivo.

Es necesario también que de acuerdo a las proyecciones de producción y ventas de la compañía, cuente con un plan de mantenimiento programado Ver ANEXO M que cubra posibles partes de recambio necesarias en el momento de hacer cualquier tipo de mantenimiento, esto con el fin de no perder velocidad de respuesta frente al cliente cuando sea necesario un aumento de la producción por causas externas.

La gerencia debe tener identificados y claramente especificados los sitios donde es posible conseguir ciertas partes de recambio según una relación tiempo-costo eficiente. Hasta el momento se han importado las partes de recambio directamente desde el origen de cada una de las máquinas por tratarse de máquinas que continúan en garantía y para poder conservarla. Lo anterior se debe realizar después de analizar que partes han tenido que ser cambiadas en cada máquina y con qué frecuencia. Esta información detallada se encontrará incluida en el FORMATO MENSUAL DE RENDIMIENTO DE MÁQUINAS.

En cuanto al mantenimiento de las máquinas que fueron desarrolladas por la industria nacional, se deberá hacer un análisis de las partes que son susceptibles de desgaste y deterioro y considerando que son fabricadas a la medida para cada una de las máquinas se deberá guardar un stock suficiente de partes para garantizar el funcionamiento correcto de cada una de las máquinas. Igualmente para estas máquinas deberá ser diligenciado el FORMATO DIARIO/MENSUAL DE RENDIMIENTO DE MÁQUINAS.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el mantenimiento de los moldes de inyección, estos moldes debido a las altas temperaturas y presiones que manejan están expuestos a condiciones extremas que hacen que poco a poco vayan perdiendo precisión y desmejoren la calidad del producto final, estos deben limpiarse y almacenarse de una manera adecuada y debe estipularse en el momento de su fabricación, una cantidad máxima de piezas a fabricar para así asegurar el buen uso de la máquina y controlar la calidad de la totalidad de productos a producir con ese molde específico. El rendimiento de estos moldes deberá ser registrado en el FORMATO DE VIDA DE

MOLDES, anexo H Formato e instructivo, para saber exactamente cuanto dura un molde y cuando es el momento perfecto para cambiarlo de ser necesario.

Otros elementos que intervienen en el proceso pero de una manera menos impactante como lo son los cortadores, las grúas de montaje, las carretas, los burros, y todos los implementos de transporte y calidad deben estar relacionados directamente a un operario que será el encargado de velar por el buen funcionamiento y desempeño de cada uno de los elementos. Se deberá llevar un registro del estado en el que se encuentra cada uno de los elementos anteriormente mencionados semanalmente, y semana a semana, será asignada la tarea de revisión, limpieza y buen funcionamiento de estos artículos a una persona dentro de la planta seleccionada por el jefe de producción.

Cronograma de implementación de inspecciones. El siguiente cronograma explica de manera detallada la forma en que se recomienda programar cada una de las inspecciones de máquinas expuestas anteriormente, para lograr un completo orden y repetir el mismo proceso cada año. El proceso completo de inspecciones se llevará a cabo en 2 ciclos. El primer ciclo comenzará con una capacitación total de las personas de acuerdo a lo contemplado anteriormente, después se comenzarán a realizar las inspecciones de cada una de las máquinas del área productiva empezando por el proceso de inyección y terminando con el de termoformado. Después de terminar este ciclo, se repetirá de manera exacta exceptuando la capacitación inicial que en este caso será únicamente de refuerzo. En el caso en el que el nivel de rotación de personal supere el 50% de las personas que asistieron a la primera, se realizará una capacitación completa nuevamente.

Tabla 23. Cronograma de programación de inspecciones.

	ACTIVIDAD	MES											
		AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
CICLO I	CAPACITACIÓN INICIAL												
	INSPECCIÓN INYECTORA 1												
	INSPECCIÓN INYECTORA 2												
	INSPECCIÓN INYECTORA 3												
	INSPECCIÓN INYECTORA 4												
	INSPECCIÓN INYECTORA 5												
	INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 1												
	INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 2												
INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 3													
CICLO II	CAPACITACIÓN REFUERZO												
	INSPECCIÓN INYECTORA 1												
	INSPECCIÓN INYECTORA 2												
	INSPECCIÓN INYECTORA 3												
	INSPECCIÓN INYECTORA 4												
	INSPECCIÓN INYECTORA 5												
	INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 1												
	INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 2												
INSPECCIÓN TERMOFORMADORA 3													

Cada uno de los operarios que manipulan las máquinas, estará a cargo de llevar un mantenimiento autónomo de su sitio de trabajo que consistirá inicialmente en el proceso de limpieza después de terminado cada tipo de producción o después de cada turno de trabajo obligatoriamente, en este proceso, se retirarán todos los derrames de material y suciedad que puedan contaminar el siguiente proceso, o puedan comprometer el buen funcionamiento de la máquina si no es retirado a tiempo. Además, serán los responsables de informar acerca de averías, cambios, ajustes, puestas en marcha, pérdida de velocidad, defectos, paradas menores del equipo e interesarse por encontrar las maneras en que se pueden reducir esas pérdidas o el número de ajustes correspondientes. El jefe de planta deberá realizar una revisión de puestos de trabajo de una manera frecuente para garantizar la correcta implementación de la práctica de orden y limpieza.

Se realizarán visitas de personal calificado periódicamente y por parte de la empresa representante de la marca de cada una de las máquinas para hacer un mantenimiento preventivo de cada uno de los componentes de desgaste de las máquinas y hacer un estimativo de tiempo para conseguir partes que necesitarán ser cambiadas a corto, mediano y largo plazo, la programación de estas visitas estará determinada por el manual de usuario y recomendaciones del fabricante de cada una de las máquinas. Por último, se implementará una rutina de inspección, que dependerá del número de horas de trabajo de cada máquina, esta inspección será realizada por el jefe de mantenimiento en compañía del operario, para detectar posibles fallas y problemas que se hayan presentado en el último lapso de tiempo de producción, de estas inspecciones visuales, se tomarán decisiones con respecto a revisiones por parte de personal especializado y se determinará si es necesario el adelantamiento de mantenimientos correctivos para garantizar que la máquina estará constantemente con una capacidad productiva óptima.

Se realizarán aproximadamente 2 inspecciones programadas al año las cuales tendrán los siguientes costos:

Duración esperada de revisión:	1,5 hora por máquina
Valor aproximado de horas técnico:	\$950.000 (horario normal)

Piezas promedio dejadas de producir Termoformado:	1.249,995 por inspección
	3.124,9875 por año

Piezas promedio dejadas de producir Inyección:	6.250,00 por inspección
	15.625,00 por año

7.4 BENEFICIOS ESPERADOS

Se espera una disminución de al menos 40% del tiempo muerto de las máquinas en el año, así:

Esperado piezas perdidas por año (inyección):	3'324.000 piezas al año
Piezas dejadas de producir por inspecciones:	15.625 piezas al año
TOTAL ESPERADO PIEZAS PERDIDAS (INYECCIÓN)	3'339.625 piezas al año.

Esperado piezas perdidas por año (termoformado):	1'069.200 piezas al año
Piezas dejadas de producir por inspecciones:	3.125 piezas al año
TOTAL ESPERADO PIEZAS PÉRDIDAS (TERMOFORMADO)	1'072.325 piezas al año.

AHORRO EN PIEZAS PERDIDAS INYECCIÓN:	2'384.855 piezas al año
AHORRO EN PIEZAS PERDIDAS TERMOFORMADO:	709.675 piezas al año

Esperado de horas perdidas operario al año:	87 días al año 2.088 horas operario al año
Esperado de horas técnico especializado Para inspecciones:	30 horas técnico por año 750 horas operario por año
TOTAL TIEMPO OPERARIO PERDIDO AL AÑO	55.75 días por año 1.338 horas por año
AHORRO EN DIAS PERDIDOS OPERARIOS:	89,25 días por año

Nota: Las horas de técnico especializado necesarias para las inspecciones anuales se deducen de las horas operario perdidas teniendo en cuenta una relación entre estas de 1 hora técnico especializado = 25 horas operario aproximadamente.

Aunque UPR Ltda. Funciona con producción comprada con anterioridad, el tiempo ahorrado de los operarios podrá ser usado para aumentar el volumen de ventas y la capacidad actual de producción de la compañía. En caso que por condiciones del mercado en el momento en el que se tenga disponible la capacidad mencionada, no sea posible la colocación de más piezas en el mercado, se podrían reducir los turnos de trabajo de tres a dos turnos por día para tres operarios durante tres meses.

7.5 INDICADORES

$$\text{Tiempo Muerto Máquina (i)} = \frac{\text{Horas de máquina (i) parada}}{\text{Mes}}$$

Unidades Indicador = Horas / Mes

$$\text{Total Tiempo Muerto anual} = \sum_{i=1}^N \frac{\text{Horas de maquina (i) parada}}{\text{Mes}}$$

N = número de máquinas total

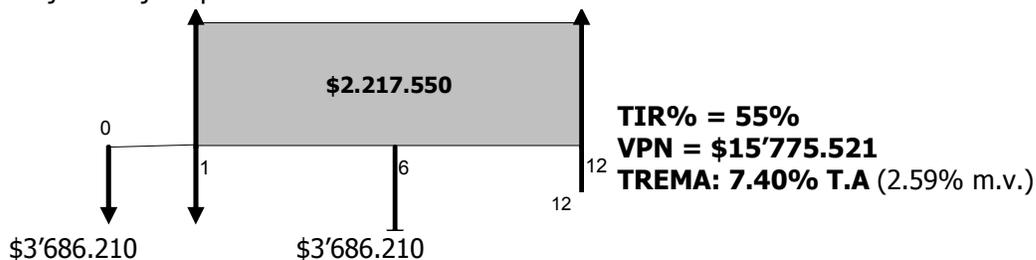
Donde i varía de máquina a máquina y n puede ir variando con el tiempo si se compra más maquinaria o se extiende el indicador a otros procesos. Y los meses varían también de enero a diciembre

7.5 DETALLE COSTOS IMPLEMENTACIÓN TPM

Concepto Asociado al Rubro	Concepto Desagregado	Precio Total
Costo Mano de Obra	Costo Operarios (todos los Operarios de la Planta involucrados con la implementación)	\$ 270.619 ⁴²
	Costo tiempo muerto operarios	\$ 304.447
	Costo Jefe de producción	\$70.544 ⁴³
Costo Inspecciones	Proceso inyección.	\$ 600.000 ⁴⁴
	Proceso termoformado.	\$ 360.000 ⁴⁵
Costo Producción	Costo de piezas termoformado.	\$ 453.600 ⁴⁶
	Costo de piezas dejadas de producir inyección.	\$ 567.000 ⁴⁷
Costo Mantenimiento Programado	Mantenimiento Firma Externa	\$ 1.060.000
TOTAL		\$ 3.686.210

7.6 VIABILIDAD FINANCIERA

Figura 30. Flujo de caja implementación TPM



⁴² Este valor hace referencia al tiempo necesario de todos los operarios atendiendo a la capacitación general propuesta como fase inicial de implementación de TPM. Es el equivalente a los salarios de 30 operarios durante 4 horas. (Valor hora operario \$2255,16. Factor prestacional 51.162%).

⁴³ Valor hora hombre \$17.636 (Factor prestacional 51.162%).

⁴⁴ Costo de inspección de máquinas de inyección (\$80.000 hora X 1.5 horas = \$600.000).

⁴⁵ Costo de inspección de máquinas de termoformado (\$80.000 hora X 1.5 horas = \$360.000).

⁴⁶ Costo de piezas dejadas de producir durante la inspección total de termoformado (4.5 hr). Capacidad del proceso de termoformado por hora = 1.800 piezas/HR., Valor unitario por piezas de termoformado = \$56, Costo de piezas dejadas de producir durante la inspección total de termoformado = 1.800 piezas/hr X 4.5hr. X \$56 = \$453.600

⁴⁷ Costo de piezas dejadas de producir durante la inspección total de inyección (7.5 horas). Capacidad del proceso de inyección por hora = 2.520 piezas/hr, Valor unitario por pieza de inyección = \$30, Costo de piezas dejadas de producir durante la inspección total de inyección = 2.520 piezas/hr.X 7.5 hr. X \$30 = \$567.000.

Retorno de inversión desde periodo 1 a periodo 12

\$ 13'305.000 ⁴⁸	Valor de piezas producidas en los días ahorrados de máquina. (inyección)
\$ 13'305.600 ⁴⁹	Valor de piezas producidas en los días ahorrados de máquina. (Termoformado)
\$ 26'610.600	Total valor piezas producidas en los días ahorrados de máquinas.

El valor anterior será recuperado gradualmente. Por lo anterior aparece en el diagrama de flujo de caja de manera continua desde el periodo 1 hasta el periodo 12.

\$ 2'217.550 Valor dividido en 12 meses y aplicado como retorno a cada uno de los periodos.

7.7 CONCLUSIONES

La implementación del TPM en UPR Ltda. Representa para la empresa una inversión de bajo costo al contrastarla con el número de piezas menos que se dejarían de producir al año. Además aunque en principio los cálculos están proyectados en base a realizar una rutina de inspección programada, es importante aclarar que el porcentaje de tiempo en el cual la maquinaria esta parada tiende a disminuir gracias al trabajo de limpieza y mantenimiento autónomo que realizan los operarios, puesto que el estado del equipo es fácil de dilucidar por quien lo esta manipulando de forma constante y más si esta limpio el equipo le posibilita al operario informar acerca de averías, daños o disminuciones de velocidad o pérdida de facultades del equipo bajo su responsabilidad, y se pueden realizar a tiempo los pedidos de repuestos sin que tenga que detenerse la producción a esperar que llegue el repuesto, además al publicar sus hallazgos en la cartelera de producción le permite al operario sentirse participe de los cambios logrados en su trabajo, en el trabajo de la compañía y se siente contribuyente de aportes personales a UPR Ltda., Para poder actuar sobre estas pérdidas, es necesario la implementación de los procesos fundamentales TPM Esta actuación puede tener los siguientes efectos progresivos:

- Eliminar las pérdidas
- Prevenir que vuelvan a aparecer
- Transformación de la empresa

Pero para que esto se logre se necesita una fuerte motivación de las directivas de UPR Ltda., el departamento de producción y el departamento de recursos humanos para difundir en forma permanente entre el personal la importancia de realizar la limpieza y el mantenimiento autónomo de su sitio de trabajo, reconocer el esfuerzo hecho por los operarios y promocióne lo importante que es para las directivas además, el ingeniero jefe de producción sea el encargado de convalidar , guardar y difundir el conocimiento hallado por los operarios para que se convierta en una organización que aprenda y busque las mejores practicas continuamente y no se caiga en desuso.

⁴⁸ Días ahorrados de máquina = 8 días, (reducción del 40% en el tiempo de máquina detenida por reparaciones correctivas), Ritmo de producción = 55.440 piezas/día X 8 días = 443.520 piezas. Costo de piezas producidas en los días ahorrados de máquina en inyección = 443.520 piezas X \$30 = 13'305.000

⁴⁹ días ahorrados de máquina = 6 días, (reducción del 40% en el tiempo de máquina detenida por reparaciones correctivas), Ritmo de producción = 39.600 piezas/día X 6 días = 237.600 piezas. Costo de piezas producidas en los días ahorrados de máquina en termoformado = 237.600 piezas X \$56 = 13'305.600.

8. SMED

SMED, las siglas americanas de Single Minute Exchange of Die o cambio de herramientas en un solo minuto, se refiere a realizar las operaciones de la disposición de maquinaria dentro de un rango inferior a diez minutos, es decir, el número de los minutos expresados debe ser un solo dígito, y aunque no todas las disposiciones se pueden reducir a menos de diez minutos, todas pueden ser mejoradas. SMED Esta dirigido a mejorar los tiempos de preparación de máquinas, a reducir esos tiempos perdidos a proporciones impresionantes.

El objetivo de SMED es la reducción en el tiempo de cambio de formato, de máquina, de referencia, adaptándose a la creciente demanda de flexibilidad y eficiencia en la producción, y eliminando costes.

Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de set up⁵⁰ se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente, por lo que este acercamiento estaba en contraste completo con los procedimientos industriales tradicionales de producción. El éxito de este sistema se ilustró en 1982 en Toyota, cuando el tiempo de cambios de matrices en el forjando en 77frío del proceso se estaba reduciendo de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos y actualmente es una metodología que ha sido aplicada en numerosas empresas industriales que han alcanzado una importante aminoración de lapsos para habilitar máquinas, materiales e instrumentos pues aunque los problemas sean diferentes, el método se debe y puede utilizar disciplinadamente. El SMED no se aplica por intuición y existen numerosas técnicas que se han probado en multitud de empresas.

La mayor dificultad que encuentran muchas de las empresas es la de la producción diversificada, en bajos volúmenes individuales y la dificultad principal, es la necesidad de numerosas operaciones de cambio de útiles/preparación de máquinas. Las preparaciones rápidas hacen posible cambiar una línea de producción para fabricar un tipo distinto de producto o proceso. En muchas fábricas, este cambio tarda horas, incluso días, por eso, entre las principales características que se buscan con SMED se pueden encontrar los siguientes:

- Conocer el sistema para reducir el tiempo de cambio en utillajes.
- Conocer las diferentes herramientas de mejora en la organización para la preparación de los elementos necesarios para un cambio.
- Conocer las herramientas logísticas necesarias para la elaboración de un cambio de moldes.
- Elaborar la secuenciación de operaciones para realizar el cambio de moldes.

⁵⁰ **Set-up** = Proceso de reconfiguración del equipo para poder procesar el producto siguiente

Esta técnica permite el rediseño de procesos que permiten a las empresas reducir el tiempo de preparación en producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

El rediseño del proceso de cambio es una tarea fácil de implantar, cuando se aportan los recursos suficientes en formación y apoyo de la dirección para su aplicación en el puesto de trabajo. Esta aportación suele beneficiar la empresa y rompe la idea de que es imposible.

8.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL

8.1.1 Proceso de Inyección. El proceso de moldeado por inyección depende principalmente de la fabricación de los moldes, este servicio de fabricación fue realizado en UPR Ltda. En los orígenes de la empresa pero actualmente, debido a lo complejo del proceso, se subcontrata la fabricación de los moldes y la empresa se queda con los mismos una vez estén terminados. Hay bastante cantidad almacenada de moldes para inyección lo que dificulta el mantenimiento de los mismos y en ocasiones hace que sea difícil hallarlos a primera vista cuando se necesitan, otras veces, los moldes son llevados por el cliente, quien, lo cede a UPR Ltda. Para que le fabriquen las piezas pero una vez se acaba el servicio prestado se lo llevan, aunque la empresa lo puede copiar si así lo desea.

Conociendo bien el proceso y la máquina, para el proceso de inyección se utilizan aproximadamente 4 horas en realizar el intercambio de moldes Ver figura 31. (Diagrama de procedimiento inicial). Aunque, si se incluye la programación de la inyectora con las nuevas características deseadas de fabricación, se puede tardar, si se trata de una persona que no conozca el proceso con bastante experiencia, mucho más tiempo en realizar el intercambio, aproximadamente de 2 a 3 meses de anticipación para lograr obtener las especificaciones deseadas a programar⁵¹, además, el transporte de los moldes es bastante complejo debido a la naturaleza de los mismos Ver figura 32. Es necesario usar grúas para moverlos. Ver figura 33.

⁵¹ ENTREVISTA con Ingeniero de Producción UPR Ltda., Bogotá, Abril de 2003.

Figura 31. Diagrama de Flujo intercambio de moldes Proceso de Inyección actual

Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
—	10 min.	○	Apagar la inyectora
—	15 a 35 min.	○	Enfriar el molde a retirar
—	60 min.	○	Retirar el molde
— 1	15 min.		Revisar el estado del molde
De 2 a 5 m	2 a 5 min.	➔ 1	Traer la grúa para cargar el molde a desmontar
—	15 min.	○	Montar molde en la grúa
De 2 a 5 mts	2 a 5 min.	➔ 2	Llevar molde en grúa a almacenamiento
— 2	25 Min.	○	Revisar el estado del molde a montar en la inyectora
—	10 Min.	➔ 2	Colocar el molde a montar en la grúa.
De 2 a 5 mts	2 a 5 min.	○	Llevar grúa con molde a montar a la inyectora
—	20 min.	○	Montar el molde en la inyectora
—	35 min.		Prender inyectora para comprobación interna del equipo

Tabla 24. Cuadro resumen procedimiento de intercambio de moldes proceso de inyección

	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
Operación	○	7	165 a 185 min.	-----
Inspección		2	40 min.	-----
Transporte	□	3	6 a 15 min.	6 a 15 metros
Demora		0	0 min.	-----
Total		12	211 a 240 min.	6 a 15 metros

Figura 32.

Fotografía Molde y almacenamiento de Moldes de Inyección

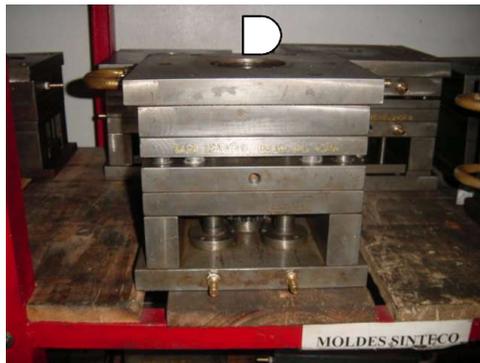


Figura 33. Fotografía Grúa usada para transportar los Moldes de Inyección UPR Ltda.



8.1.2 Proceso de Termoformado. Contrario a los moldes de inyección, en el proceso de Termoformado los moldes son fabricados en la empresa. Se fabrican, obedeciendo instrucciones de

los clientes, quienes cambian varias veces los moldes, pues desean cambiar las especificaciones de los mismos ó, al pasar el tiempo van queriendo incluirle distintas mejoras a las indicaciones planteadas inicialmente, lo que hace que la fabricación y aprobación definitiva del molde por parte del cliente se demore varios meses (de 2 a 4 meses) y así mismo se prolongue el proceso de intercambio de moldes en el Termoformado. Luego de la aprobación, el molde debe ser probado en la termoformadora y sacar piezas piloto o pruebas de lo que el cliente desea, por lo que a veces es necesario prolongar aún más el proceso, pero una vez esta listo el molde, el desmontaje del anterior y el montaje del nuevo molde se demora una hora y media, entre el montaje, búsqueda y utilización del herramental adecuado para fijar el nuevo molde y quitar el anterior.

La permutación de un molde puede tardar hasta una hora u hora y media, sin embargo, después que el molde esta recién montado , éste, debe ser precalentado en algunos casos, de otro modo el producto resultará defectuoso, dado que el molde no ha alcanzado la temperatura óptima.

Cuando se realiza el desmontaje y montaje de los moldes en la Termo formadora se buscan herramientas que en algunas ocasiones se demoran en aparecer, estas actividades se realizan cuando se ha detenido la Termo formadora y se ha empezado el proceso de intercambio de moldes. Ver figura 34. Diagrama de flujo del procedimiento actual de intercambio de moldes.

Figura 34. Diagrama de Flujo Procedimiento actual Proceso de Termoformado

Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
	————		Apagar Termo formadora
24 m	63 seg.		Buscar el nuevo molde ⁵² y herramientas necesarias para comenzar el montaje.
————	8 min.		Buscar Molde
————	5 min.		Hay una espera mientras se realiza la búsqueda del herramental
24 metros	63 seg.		Devolverse a la Termoformadora
————	25 min.		Se Comienza el proceso de desmontaje del molde a sustituir.
————	35 Min.		Montaje del nuevo molde.

Tabla 25. Cuadro diagrama de flujo intercambio de moldes proceso de Termoformado actual

⁵² Los moldes de termoformado están almacenados en dos sitios diferentes, un sitio esta en el primer piso a 4m de las termoformadoras y el otro sitio se encuentra a 20 m en una especie de mezanine y para hallarlo es necesario subir escaleras. La distancia y los tiempos fueron calculados en el caso de tener que visitar los dos lugares para encontrar el molde.

	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
Operación		4	68 min.	-----
Transporte	○	2	2.6 min.	48 metros
Demora		1	5 min.	-----
Total	⇒	10	76 min.	48 metros

8.2 ANÁLISIS APLICACIÓN SMED

Los dos tipos de procesos de plásticos que esta empresa utiliza, permite ofrecer una gran cantidad de productos casi sin límite de características y formas. La realización de un producto, se lleva a cabo después de un estudio de la forma más favorable de fabricación y del material ideal para el uso final que este va a tener. Este tipo de procesos tiene una clara ventaja que es la flexibilidad de las máquinas, por tratarse de moldes los que realmente realizan el trabajo y ser estos intercambiables, por eso, al ser procesos tan flexibles y sensibles al cambio es importante optimizar la forma y el tiempo en que se realiza este intercambio de moldes para que se pueda responder a la demanda con mayor rapidez y darse cuenta del número de movimientos inútiles, paseos, distracciones, en que incurren los operarios buscando por toda la planta por ejemplo una llave o hasta un troquel, u otro tanto localizando el molde o el herramental necesario en el almacén, además, teniendo en cuenta que si el molde o las herramientas no están en condiciones adecuadas para su uso el operario incurre en esperas inútiles para realizar el cambio de moldes pues requiere más tiempo mientras adecuan las herramientas o pulen el molde para realizar el nuevo montaje.

Se analizó realizar la aplicación de SMED en el proceso de Termoformado y los resultados que se encontraron fueron los siguientes: Se pretendió cambiar el orden de las tareas y realizar los traslados del almacén a la máquina, y máquina - almacén, de manera simultánea, cuando la termoformadora estuviera en marcha, evitando detener la máquina para realizar los traslados en busca del herramental y de los moldes, pero, debido a que el tiempo de Termo formado es muy corto (1 min. Aproximadamente dura un cierre manual) no se puede realizar los desplazamientos en forma simultánea con la máquina funcionando ya que esta necesita de la presencia de un operario permanentemente para que realice los cierres, lo que implica que es mínima la disminución de estos tiempos de preparación ya que en solo los desplazamientos se gastan 2.6 min. y el operario no alcanzaría a realizar el siguiente cierre mientras esta recorriendo el lugar para obtener los moldes y herramientas, por lo cual, se concluyó que el proceso de Termo formado, se puede optimizar los tiempos de búsqueda del molde y del herramental ubicando los moldes en un lugar más accesible a la máquina y realizando un mantenimiento óptimo de los mismos mediante la ubicación marcada en las estanterías con la fecha de creación del mismo para ubicarlos de manera más fácil y rápida Ver capítulo 6 "5S's". Sección moldes de inyección y de termoformado, y comenzar con el alistamiento y la revisión del estado del molde antes de apagar la termoformadora, pero sin realizar tareas simultáneas mientras termoforma debido a que tipo de operación no lo permite.

En el proceso de inyección se puede implementar SMED logrando resultados más visibles que en el proceso de Termoformado pues la máquina de inyección permite que el operario se pueda ausentar durante unos minutos del proceso, aunque no demasiados, debido a que debe quitar el retal cuando el material todavía este caliente. Además, en el proceso de intercambio de moldes de

inyección intervienen personas diferentes a la operaria que inyecta por lo que esta puede seguir trabajando en el proceso de inyección normalmente, mientras los demás en forma simultánea pueden comenzar con la tarea de alistamiento.

8.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

8.3.1 Proceso de Termo formado. Debido a que las operaciones de búsqueda del molde y del herramental se tardan en total 12 minutos, se pretende ganar este tiempo en el proceso de intercambio de moldes mediante la unificación del almacenamiento de los moldes de Termoformado a un solo sitio, en las estanterías más cercanas a las termoformadoras, en vez de que estén ubicadas en dos sitios diferentes (Ver Fotografía adjunta, figura 35 y 36), esto, evitaría tener que desplazarse 20 m para ir al segundo lugar de almacenamiento actual (40 m en total de ida y vuelta), además de reducir la posibilidad de fabricar dos veces un mismo molde pues los moldes que se encuentran ubicados en la parte de arriba debido a la ubicación son de poco uso y mantenimiento por lo que se recomienda ubicarlos todos en un solo sitio para que se localicen rápidamente, además de saber cuales están siendo obsoletos y cuales no y se tenga claridad respecto a que moldes están repetidos y tener un control más exacto de la tenencia de los mismos.

Figura 35. Fotografía almacenamiento No. 1 de Moldes de Termo formado



Figura 36. Fotografía almacenamiento No. 2 de Moldes de termo formado



Además, según 5S's, es bueno tener visualización clara y señalizadores de las cosas o herramientas que se necesitan, por lo cual se recomienda colocar indicadores de la fecha de fabricación de los moldes en el borde superior de las estanterías (ver figura 37) y ubicar los moldes según estas fechas, más específicamente, el año de fabricación, esto, permitiría planear el mantenimiento que se les debe realizar a los moldes permitiendo que sea más rápido el proceso del intercambio, además de la ficha de control que deberá tener cada molde propuesta en el capítulo 6. **5S's** ; La persona responsable de realizar esta operación se propone que sea el operario encargado de la fabricación de los moldes quien es la persona que los ubica en las estanterías una vez los ha terminado de construir, además, es quien realmente conoce el proceso de revisión según la antigüedad del mismo y será el responsable de mantener organizada las estanterías y de realizar un seguimiento al molde desde su fecha de creación, mediante el mantenimiento, detectando más fácilmente cuales moldes van quedando obsoletos, y los moldes que se tienen repetidos o los que son necesarios fabricar nuevamente por desgaste del material o formación de grietas.

Figura 37. Dibujo Almacenamiento Propuesto. Moldes de Termoformado

Año de fabricación:

2001	2002	2003	2004
Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Abril	Abril	Abril	Abril

8.3.2 Proceso de Inyección. Para el proceso de inyección se propone modificar el procedimiento de intercambio de moldes actual, por el diagrama propuesto, Ver figura 38, de forma tal, que el transporte de grúas se realice de manera simultánea mientras todavía se esta en el último lote de producción planeado, antes de realizar el intercambio, realizando en forma más rápida el alistamiento de los moldes a sustituir y llevando a cabo estas dos tareas al mismo tiempo.

Para lograr el cambio, se hizo una lista de chequeo entre las actividades que se llevan a cabo con la inyectora parada y en marcha para poder distinguir entre las operaciones que se pueden usar en paralelo y que podrían hacerse mientras se termina de fabricar el lote anterior, y se encontró que se pueden realizar los traslados de la grúa y colocarla al lado de la inyectora, con el molde a montar, antes de apagar la misma, también se puede revisar el estado del molde a montar antes de desmontarlo, y evitar que el siguiente lote de materia prima que se trae del almacén se traslade con la inyectora parada, después que se ha terminado el montaje, como se hace actualmente.

Figura 38. Diagrama Propuesto procedimiento de intercambio de moldes proceso de Inyección.

Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción	
—	10 min.	○	Apagar la inyectora	
—	15 a 35 min.	○ ⋮	Enfriar el molde a retirar	
—	60 min.	○ ⋮	Retirar el molde	
De 2 a 5 m 	15 min.		Revisar el estado del molde	Traer la grúa para cargar el molde a desmontar
	25 min.	○ ⋮	Montar el molde en la grúa	Revisar el estado del molde a montar en la inyectora
De 2 a 5 m	2 a 5 min.		Llevar el molde en grúa a almacenamiento	
—	10 min.	○ !	Colocar el molde a montar, en la grúa	
De 2 a 5 m	2 a 5 min.		Llevar grúa con molde a montar, a la inyectora	
—	20 min.	○ ⋮	Montar el molde en la inyectora	
—	35 min.	○ ○ ⋮	Prender inyectora para comprobación interna del equipo	

Tabla 26. Cuadro resumen procedimiento propuesto de intercambio de moldes inyección

	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
Operación		7	150 a 170 min.	-----
Inspección		2	40 min.	-----
Transporte		3	4 a 10 min.	6 a 15 metros
Demora		0	0 min.	-----
Total		12	194 a 220 min.	6 a 15 metros

8.4 BENEFICIOS ESPERADOS

Reducir el procedimiento de intercambio de moldes para el proceso de inyección. Haciendo que de 211 min. a 240 min. Que tarda el proceso actualmente (3 horas y media a 4 horas), se haga el mismo procedimiento pero en un rango inferior de tiempo, de 194 a 220 min. Dependiendo de la inyectora a utilizar.

8.5 INDICADORES

DIM Duración Intercambio de moldes. Este indicador permite evaluar a la empresa si efectivamente el tiempo se redujo, comparándolo en el tiempo invertido en realizar este proceso, un año frente al otro.

$$\text{DIM} = \frac{\text{Tiempo empleado Intercambio de moldes X Número de intercambios al año}}{\text{Año (i)}}$$

Unidades Indicador = Horas / Año

El tiempo de intercambio de moldes y el número de intercambios varía según el proceso, esta índice refleja también la implementación de 5S's debido, a que para lograr que el proceso de intercambio de moldes se reduzca, es necesario disminuir el tiempo de búsqueda del molde y herramental, gracias a la implementación 5S's.

8.6 VIABILIDAD FINANCIERA

Con la propuesta planteada de implementación de SMED, pueden obtenerse reducciones de 17 a 20 min. En el procedimiento de cambio de moldes y teniendo en cuenta el alto número de piezas producidas por minuto en inyección, 3 golpes por minuto, en moldes de 24 cavidades, la reducción de tiempo planteada en el procedimiento anterior se refleja en una mayor producción. 1124 piezas más que se dejan de producir cada vez que hay un cambio de moldes

La inversión a realizar en SMED será la misma de la implementación de las campañas de 5S's , puesto que el éxito de las mismas contribuirá a un rápido alcance de los moldes y un buen estado de los mismos en el momento que se necesiten, permitiendo una reducción de 10 minutos en el procedimiento de intercambio de moldes en el proceso de termoformado, lo que significa un numero de 300 piezas mas, cada vez que se realiza el intercambio. De igual forma, en el proceso de inyección, la disminución será de 15 minutos, lo que significa el poder realizar 630 piezas más. Los cambios planteados en el procedimiento propuesto no generan costos ni procedimientos extra ya que se harán las mismas operaciones, solo que algunas de forma simultánea para ganar tiempo en el procedimiento de intercambio, tal como lo afirma la teoría y la documentación existente sobre el tema.

Figura 39. Flujo de caja implementación SMED. Opción de guantes No. 1

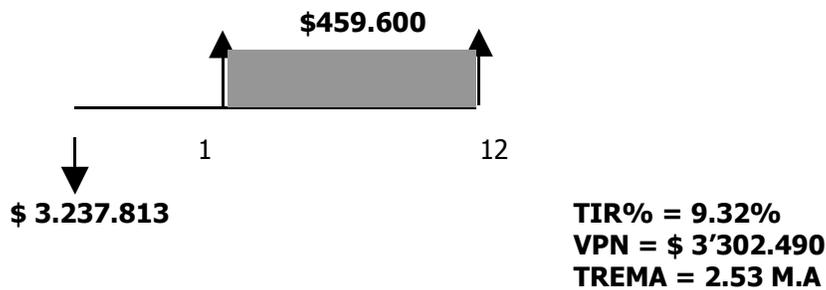
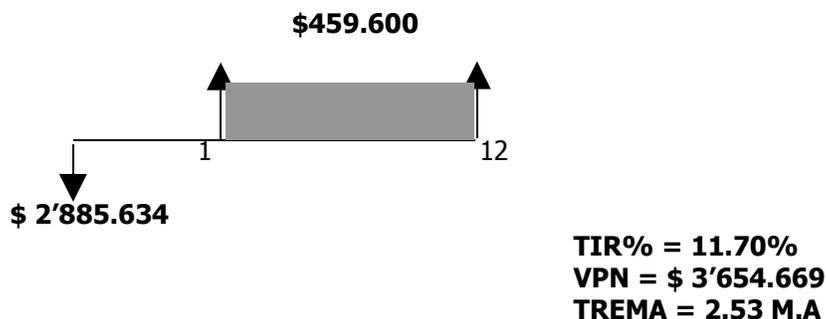


Figura 40. Flujo de caja implementación SMED. Opción de guantes No. 2



Beneficios proceso Termoformado

$$634 \text{ piezas} \times 8 \text{ (numero de intercambios de moldes al ano)} \times \$56 = \$284.000$$

$$1170 \text{ piezas} \times 5 \text{ (numero de intercambios de moldes al ano)} \times \$30 = \underline{\$175.600}$$
$$\text{TOTAL} = \$459.600$$

8.7 CONCLUSIONES

La propuesta planteada no requiere de ningún gasto de dinero para UPR Ltda., ni de ninguna inversión en maquinaria, solo nueva disposición de herramientas y de personal, en la producción del último lote planeado antes de realizar el intercambio.

Si adicionalmente se realizan los cambios de almacenamiento de moldes de termoformado, y se logra unificar el almacenamiento de moldes de dicho proceso, implementando un óptimo mantenimiento y organización de los mismos, se lograría incrementar las cifras de producción aun más.

9. KAIZEN

Kai = Cambio y Zen = Bueno (para mejorar): en sí, mejora continua. La filosofía del mejoramiento continuo no es un simple concepto, es toda una forma de vida que involucra tanto a gerentes como a trabajadores, en la búsqueda del mejoramiento progresivo de las empresas. Kaizen, explica por que las compañías no pueden seguir siendo las mismas durante mucho tiempo. Es la implacable búsqueda de un mejor camino. La diaria persecución de la perfección.

Para la mejora continua en todos los estratos de una organización, es esencial buscar la mejora de procesos, Kaizen, resalta la importancia de los procesos, ya que estos deben ser mejorados antes de que se produzcan los resultados finales. Lo que implica encausar un cambio cultural en el que gerentes, supervisores y trabajadores, en general, comienzan a modificar su estructura de pensamiento para identificar dónde la organización genera desperdicios y cómo eliminar esos procesos. Las herramientas de mejora continua apoyan un cambio cultural por medio del sistema 'aprendiendo/haciendo', que arroja resultados como reducción de inventarios, fortaleza de la productividad utilizando adecuadamente la mano de obra -a veces mediante la reubicación de personas que no generan valor en ciertas áreas- y reducción de tiempo muerto de los equipos. "Al eliminar y limpiar de desperdicios se mejora la productividad, la administración y los costos; esto deriva en que el empresario entregue a sus clientes productos a tiempo, con calidad y al costo que lo requieren"⁵³.

Tiene un enfoque humanista porque espera que todos participen en él, está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo. Está orientado a las personas y dirigido a los esfuerzos de las mismas. En el contexto organizacional significa que todos, altos directivos, jefes, supervisores y empleados están comprometidos en un proceso de mejora constante, trabajar con el personal del piso de producción enfocándolos en el auto descubrimiento, logrando que los participantes descifren los pasos para mejorar sus propios procesos, los cuáles ellos conocen mejor que cualquier consultor externo.

El objetivo de la implementación de kaizen es el de mejorar la productividad de cualquier área o sección escogida en cualquier empresa, mediante la implementación de diversas técnicas y Filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta y técnicas de solución de problemas, detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal. Tiene que establecer sistemas totales y no restringirse a ser funcional. Debe adoptar la filosofía de no culpar y no juzgar, tener la mente abierta para hacer que el trabajador participe.

Beneficios KAIZEN. Los beneficios de la implementación de KAIZEN pueden variar de una empresa a otra, pero los típicamente encontrados son los siguientes:

⁵³ IMAI Masaaki. Kaizen, La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. Tokio. CECSA .May 1995

- Aclara roles
- Reducción del tiempo de fabricación
- Mejora el clima organizacional

9.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL

Las personas que trabajan en el área productiva tienen oficios altamente monótonos. Las condiciones ergonómicas son adecuadas pero debido a la falta de espacio, y a que las máquinas de inyección y termo formado funcionan con calor la temperatura del área de trabajo es elevada, alcanza los 27 grados centígrados.

Las condiciones de trabajo y el hecho que las funciones de cada uno de los operarios han sido aprendidas basadas en la experiencia, hacen que la forma de llevar a cabo las tareas difiera en ritmo y forma. Aunque la empresa ha hecho o implementado nuevos sistemas para la manera, por ejemplo, en que se van a llevar los controles de producción, diligenciamiento de planillas, o la creación de las mismas, así mismo, los empleados también se inventan sus propios métodos de control para la entrada y salida de mercancía del almacén y cada uno tiene un manejo distinto del inventario en producto en proceso y producto terminado.⁵⁴(Anexo N Actas de trabajo).

En el área de producción trabajan aproximadamente 30 personas, y todos los operarios de la empresa son mujeres por políticas de UPR Ltda. Ver tabla 27.

Tabla 27. Personal departamento de producción

Cargo	Nivel Profesional
Jefe de Mantenimiento	Ingeniero Electrónico
Jefe de Calidad	Químico farmacéutico
Supervisor proceso de inyección	Capacitación en inyección del Sena
Supervisor proceso termoformado y termosellado	Capacitación técnica que le ha dado la empresa
Operarios (mujeres)	Bachilleres

El personal oscila entre los 25 y 40 años de edad.

Estampado. Actualmente del total de estampados el 30% resultan defectuosos⁵⁵ para realizarlos, la empresa cuenta con tres máquinas llamadas máquina de Hot Stamping las cuales funcionan de forma manual (enero 2003) y no cuentan con ningún tipo de control estandarizado de tiempo y de presión, que son fundamentales para el óptimo desarrollo de la actividad de estampado.

⁵⁴ ENTREVISTA con Andrés Guarín, Almacén de UPR Ltda., Bogotá, Abril de 2003.

⁵⁵ Anexo 4 Actas de trabajo

9.2 ANÁLISIS APLICACIÓN KAIZEN

Como una muestra de mejoramiento en recursos y tecnología, se planteó la siguiente alternativa de mejora a la maquinaria utilizada en estampados por requerir esta de algún tipo de inversión en tecnología. Además, a manera de ejemplo y para presentar al lector la forma de evaluar los beneficios esperados de una solución que se planteó a la empresa frente a la inversión realizada.

Las otras mejoras, a los procedimientos, deben partir del personal quien tomará de su trabajo diario las soluciones y mejores prácticas del mismo, pero para esto, debe crearse el espacio adecuado para que los operarios transmitan y encuentren esas soluciones. El presente trabajo, con base en la experiencia obtenida por otras empresas al aplicar esta parte de la Manufactura Esbelta, propone la metodología de crear estos espacios y la manera en que podrían funcionar para que ese conocimiento se de realmente y no se pierda.

9.3 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Partiendo del hecho que en este punto ya se han organizado las células de manufactura, la propuesta consiste en conformar inicialmente con estos mismos integrantes los grupos Kaizen hasta posicionarlos y volverlos parte de la cultura organizacional de UPR, para poder así, más adelante ampliar los grupos Kaizen, de ser posible, a otros procesos como el engomado y encartonado. Dado que las funciones de cada operario difieren bastante en ritmo y en forma, los grupos Kaizen comenzarán a pensar en estandarizar tareas, como el mezclado, empaque, llevada del material hasta la inyectora, inspección de la calidad y a encontrar las mejores prácticas⁵⁶ entre ellos mismos, infundiendo el pensamiento de trabajar con los procesos antes que con los resultados. Para esto, se requiere involucrar bastante al personal, pues las maneras de resolver y hallar la mejor forma de hacer las cosas son fáciles de percibir por quienes se ven afectados directamente en los procesos operativos de termoformado, inyección o en la parte de estampado y engomado.

El objetivo principal de los equipos Kaizen consistirá en observar cada detalle, cada movimiento, el lugar de trabajo, el equipo que se utiliza, la expresión de las personas que sean conocedoras de algún objeto, teoría, forma de hacer las cosas, por ejemplo, el empaque del producto terminado en termoformado e inyección y guardar ese conocimiento de forma tal, que ese aprendizaje sea realmente compartido y distribuido dentro de UPR Ltda. lo que no es imposible de realizar ya que lo que se encontró en la fase de investigación y en el trabajo exploratorio que se hizo al interior de la empresa, fue que por lo general a los operarios les gusta que se les consulte, se les vio algún interés de participar, de aportar soluciones y les gustaba que se les consultara. Además los operarios en su mayoría son personas jóvenes y abiertas a escuchar nuevas ideas que nunca tuvieron inconveniente en detener su trabajo.

⁵⁶ Las Mejores Prácticas (The Best Practices) son cualquier tipo de medidas que posee una persona o un grupo de personas que mejoran el entorno y es accesible para ser adaptada por toda la organización en un área o proceso específico. Es una metodología de trabajo que consiste en sacar de los trabajadores la mejor manera o el método más adecuado de realizar algo o llegar a un fin

La idea de trabajar con estos grupos al interior de UPR es generar espacios que sean respetados y valorados dentro de la compañía de forma tal que se de realmente el conocimiento por parte del grupo de trabajo de una forma continua y periódica y no sea algo ocasional ni se quede en el primer impulso o con los primeros mejoramientos que se hagan, por eso es necesario que sean espacios formales que en primera instancia se manejen dentro de la jornada de trabajo teniendo en cuenta que ésta varía mucho dependiendo de las órdenes de trabajo y del estado de las máquinas, por eso, es impensable manejar estos grupos después del turno, teniendo en cuenta que todo el personal no estaría en la mejor disposición para el diálogo y el debate debido al cansancio, y que además algunas veces no está completo después de las 6:00p.m. hora en la cual los operarios encargados del mantenimiento se van y se quedan los operarios que se necesitan para realizar la orden de producción pendiente.

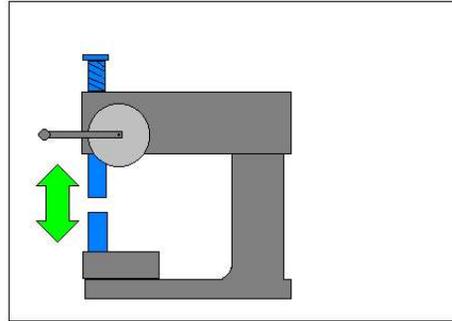
Mientras el personal los interioriza y apropia se sugiere comenzar con una reunión de una hora, 3 días a la semana, un día para cada célula, y serán coordinados por el Ing. Jefe de producción, para no descuidar las labores de termo formado. Además, es importante resaltar que al interior de los grupos se compartirán formas de hacer las cosas, procesos, actividades, maneras de pensar con respecto al cómo se podría llevar el proceso de por ejemplo el termoformado o el engomado a feliz término, con menos interrupciones y de una manera más rápida para que no tengan jornadas laborales tan variables ni tan intensas como las que se manejan actualmente. La idea de los grupos no es solo resolver los problemas sino mejorar los procesos de forma que sean grupos preactivos y prevengan, no corrijan.

Dado que en UPR Ltda. Son bastante exigentes con la calidad de los productos debido a que tienen que cumplir con las normas exigidas por el manual de afidro para la fabricación de empaques para medicamentos y drogas, además de los índices de competitividad internacionales manejados por Ebel internacional. Se hace aún más fácil extender aparte de la calidad mejoras a otros procesos existentes y a los cuales no se les dedica tiempo por ejemplo a la parte de mejoras en el área de producción, obtener una homogenización en la forma de desarrollar las tareas y movimientos, encontrar las mejores prácticas, mediante la implementación práctica de grupos similares a los círculos de calidad, manejados actualmente en empresas colombianas tales como Tetra Pack.

Maquinaria. Se revisó con el Gerente General de UPR Ltda. La maquinaria y procedimientos utilizados en los procesos y sub – procesos que se llevan a cabo en UPR Ltda. Y se llegó a la conclusión que el único proceso en el cual la empresa deseaba realizar, inicialmente, una inversión, es el proceso de estampado debido a que los demás llevados a cabo en la fábrica, se realizan por medio de maquinaria conveniente que no requiere modificación alguna por el momento.

La innovación en maquinaria y tecnología no depende tanto del personal sino mas bien de los recursos que la empresa este dispuesta a invertir. Por esto, se propuso automatizar la máquina de Hot Stamping aportando así una mejora al proceso de estampado y a la seguridad industrial del mismo disminuyendo el porcentaje de elementos defectuosos en un 30% de la producción sin la automatización. La empresa, cuenta con tres de estas máquinas de las cuales actualmente están funcionando de forma manual dos de ellas y la otra fue automatizada como se puede observar en la figura 41 y 42.

Figura 41. Diagrama estampadora original UPR



Sin embargo, aparte del aporte anterior hay muchas mejoras más que se pueden realizar. Para la parte del mejoramiento a la máquina de Hot Stamping se pretende instalar a la máquina actual un circuito electro neumático que cuenta con un cilindro de doble efecto, una válvula 5/2 de accionamiento eléctrico y retorno por muelle, temporizador, contador, un manómetro y dos pulsadores Especificaciones técnicas y cotizaciones (Anexo O):

Cilindro de doble efecto. Encargado de mover el piñón para que la parte que hace presión en la cinta baje y se demore determinado tiempo (5 seg.) haciendo presión antes de subir. Para este fin el vástago debe tener al final unido un eje con dientes que cumplan la función de un piñón para accionar el mecanismo.

Válvula 5/2: Accionamiento eléctrico y retorno por muelle; son dispositivos mecánicos, encargados de controlar el movimiento, que consta de un cuerpo y una parte interna móvil, que conecta y desconecta los conductos que están dentro de el cuerpo. La acción de la parte móvil es controlar la presión máxima del sistema, la dirección y la velocidad del flujo. La energía neumática se puede aplicar al pistón de un cilindro para que comience a funcionar.

Válvula reguladora de caudal: Regula la salida del aire comprimido aumentando o disminuyéndola velocidad de salida del vástago.

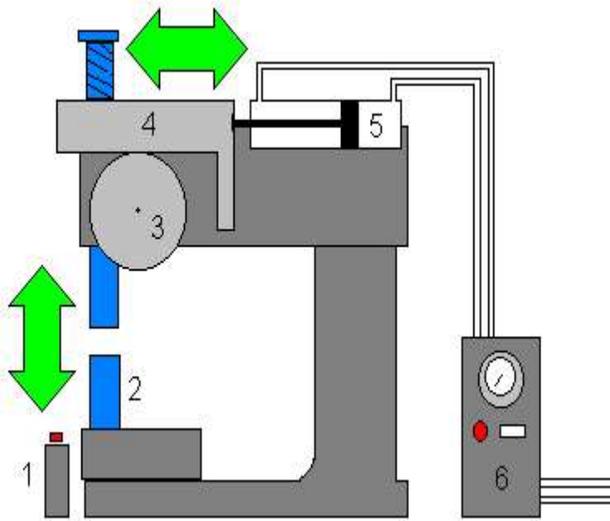
Las **mangueras** tendrán un diámetro de 3mm a 4 mm

El **manómetro** debe marcar siempre 5 bares, presión de trabajo que no debe sobrepasarse.

Esta modificación permitirá a la empresa contar con una máquina mas eficiente, segura, que disminuirá el número de errores, tiempo de producción y desperdicio de materia prima, trayendo beneficios económicos para la empresa. Una ventaja que se encontró es que la empresa ya cuenta con un compresor y el sistema de circulación de aire, pues tiene otras máquinas de control electro neumático, con lo que se evita la instalación de la acometida neumática.

Además el personal requerido para manejar la máquina después de la automatización no varía, no se necesita personal especializado ni con ningún conocimiento específico ó capacitación especial pues el mecanismo es muy sencillo de manejar, incluso, más sencillo que antes. Ver Fotografía anexa figura 42.

Figura 42. Diagrama y Fotografía estampadora mejorada



- Dos pulsadores para activación (1)
- Molde caliente (2)
- Rueda dentada (3)
- Barra dentada (4)
- Cilindro (5)
- Caja con contador, pulsador, Temporizador, válvula 5/2 pilotada (6)

9.4 BENEFICIOS ESPERADOS

9.4.1 MEDICIONES DE DESEMPEÑO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA

Se realizaron mediciones de total de productos eliminados en el control de calidad posterior al proceso de hot stamping de cunas para cosméticos de Ebel. Al producto le es colocada la marca del fabricante y el nombre del producto en cinta dorada.

Del total de productos eliminados en este proceso, se tomaron para las siguientes tablas únicamente los que no pasaron el control de calidad debido a defectos en el manejo y desempeño de la máquina de hot stamping y el operario que la maneja.

Las mediciones se llevaron a cabo dos días consecutivos, al finalizar el turno, durante 3 turnos de trabajo consecutivos.

Los resultados se muestran a continuación:

Mediciones Día 1 – Número de defectuosos Máquinas de Hot Stamping sin mejoras propuestas.

TURNOS	MAQUINAS HOT STAMPING		PROMEDIO
	1	2	
Turno 1	122	113	117,5
Turno 2	114	145	129,5
Turno 3	92	102	97
TOTAL	329	362	345,5

Tabla 28. Mediciones Día 1 – Número de defectuosos máquina de Hot Stamping con mejoras propuestas vs. Promedio de defectuosos de máquinas sin mejoras.

TURNOS	PROMEDIO	MÁQUINA MEJORADA	REDUCCIÓN	REDUCCIÓN %
Turno 1	117,5	82	35,5	30,21
Turno 2	129,5	78	51,5	39,77
Turno 3	97	76	21	21,65
TOTAL	345,5	236	109,5	31,69

Tabla 29. Mediciones Día 2 –Número de defectuosos máquinas de Hot Stamping sin mejoras propuestas

TURNOS	MAQUINAS HOT STAMPING		PROMEDIO
	1	2	
Turno 1	131	123	127
Turno 2	112	114	113
Turno 3	102	134	118
TOTAL	346	373	359,5

Tabla 30. Mediciones Día 2 – Número de defectuosos máquina de Hot Stamping con mejoras propuestas vs. Promedio de defectuosos de máquinas sin mejoras.

TURNOS	PROMEDIO	MÁQUINA MEJORADA	REDUCCIÓN	REDUCCIÓN %
Turno 1	127	84	43	33,86
Turno 2	113	79	34	30,09
Turno 3	118	87	31	26,27
TOTAL	359,5	250	109,5	30,46

Tabla 31. Resumen de desempeño en número de defectuosos.

	PROMEDIO DEFECTUOSOS MÁQUINAS ESTÁNDAR	PROMEDIO DEFECTUOSOS MÁQUINA MEJORADA	REDUCCIÓN	REDUCCIÓN %
DIA 1	345,5	236	109,5	31,69
DIA 2	359,5	250	109,5	30,46
PROMEDIO TOTAL	352,5	243	109,5	31,08

Se espera una reducción de aproximadamente el 30% de los defectuosos al realizar las mejoras a las dos máquinas restantes.

Actualmente del total de estampados el 30% resultan defectuosos, con la automatización se logra reducir este porcentaje, lo que implica un ahorro considerable al eliminar los costos adicionales que implican el reproceso de productos defectuosos, aumentando las utilidades, manteniendo estables los costos de producción, suprimiendo el desperdicio que no genera ningún valor agregado al producto.

Seguridad industrial. Existen ventajas relacionadas con la seguridad industrial, al disponer que el circuito neumático tuviera dos pulsadores para ser activado, no se corre el riesgo que los operarios puedan atravesar una mano mientras el mecanismo funciona.

Además de los beneficios esperados con la propuesta de automatización, existen otros beneficios asociados a los grupos Kaizen como aprender a movilizar los equipos para mejora continua y a cultivar una tendencia hacia la acción, planificar y liderar una transformación de mejora continua o KAIZEN.

Aplicar los principios, las herramientas y las técnicas de manufactura esbelta para generar resultados inmediatos y nuevas ventajas competitivas poderosas, sin inversión de capital.

Identificar y remover los obstáculos del camino.

Integrar las naturalezas de Manufactura Esbelta, en un programa dinámico y capaz de transformar la cultura de una empresa.

9.5 COSTOS DETALLADOS IMPLEMENTACIÓN KAIZEN

1) **Costo Tiempo muerto máquina** = Número horas máquina parada X Número de piezas estampadas por hora X costo pieza + costo tiempo muerto operario + costo encargados montaje

▪ Costos tiempo muerto operario = 358.000 pesos ÷ 30 Días = \$ 11.933 / día.

\$11.933 ÷ 8 horas = \$ 1.492 / hora

\$ 1.492 / hora X 4 Horas X 1 operarios = \$ 5.968

\$ 5.968 + Factor prestacional (51.162%)

= \$ 9.021

▪ Costos mano de obra montaje = operarios UPR + Mano de obra técnico

Costo Operarios UPR = 358.000 pesos ÷ 30 Días = \$ 11.933 / día.

\$11.933 ÷ 8 horas = \$ 1.492 / hora

\$ 1.492 / hora X 4 Horas X 2 personas = \$ 11.936

\$ 11.936+ Factor prestacional (51.162%) =

\$ 18.043

Mano de obra técnico = \$ 362.099

Costos mano de obra montaje = \$ 362.099 + \$ 9.021 = \$ 371.120

Costo Tiempo muerto máquina = 4hr X 144 piezas X \$ 42 + \$ 371.120 = \$ 395.312

= \$ 395.312

2) **Costos capacitación del personal** = Costo tiempo personal planta + costos papelería utilizada en la capacitación

▪ Costos tiempo personal planta = 32 hr X \$ 1.492 / hora X 30 personas + 16 hr X \$11.667 = \$1'618.992+ Factor prestacional(51.162%)

Costos capacitación del personal = \$2'447.301

Tabla 32. Costos detallados Implementación

Concepto Asociado al Rubro	Concepto Desagregado	Precio Total
Costo Automatización	Ver Tabla siguiente	\$ 2.776.610
Costo tiempo muerto máquina Hot Stamping	Mano de obra técnico	\$ 362.099
	Costos tiempo muerto operario	\$ 9.021
	Costo Operarios	\$ 18.043
	Proceso de Hot Stamping	\$24.192
Capacitación	Jefe Planta	\$282.169
	Operarios	\$ 2'165.123
TOTAL		\$ 5'637.257

Tabla 33. Costos discriminados propuesta de automatización Hot stamping. Soportes Anexo O

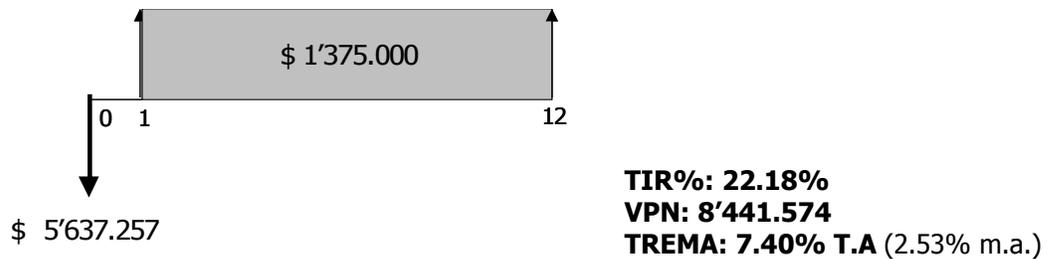
Referencia	Elemento	Cantidad	Costo unitario	Costo total
dsnu 25-100 ppv-a,	Cilindro de Doble efecto	2	\$232.970	\$465.940
jmfh 5	Válvula 5/2	3	\$554.392	\$1.108.784
De 3/8 Conexión neumática	Mangueras	10.5 m	\$3.400/mt	\$35.700
MA40	Manómetros	3	\$30.569	\$61.138
de 22mm	Pulsadores	6	\$2.400	\$14.400
grla 3/8:	Regulador de caudal	2	\$60.427	\$120.854
De 10 o 6 seg.	Temporizador	2	\$144.459	\$288.918
	Contador	1	\$914.952	\$914.952
	Base para el temporizador	2	\$4.940	\$9.880
	Bobina 24 Voltios	1	\$33.462	\$33.462
	Cables eléctricos	5 m	\$300/mt	\$1.500
			Total	\$2.776.610

9.6 VIABILIDAD FINANCIERA

El valor de la inversión de la propuesta asciende a \$ 5'637.257, discriminado según la relación de la tabla 33. Los costos en cuanto a red neumática y a energía eléctrica son mínimos y no representan diferencias sustanciales del consumo habitual. Hubo un decrecimiento del 30% en el porcentaje de impresiones defectuosas, reduciendo costos de reproceso y transporte de defectuosos, logrando un mejor aprovechamiento de la materia prima y representando beneficios por 1'375.000. Adicionalmente, hasta el momento no se han presentado accidentes con las máquinas sin automatizar, sin embargo, el diseño automatizado garantiza una menor probabilidad tanto de errores como de accidentes en el puesto de trabajo por contar con dispositivos especiales de seguridad disminuyendo el riesgo y la probabilidad de ocurrencia, que puede servirle a la empresa en la calificación de riesgos que se le haga.

El flujo de caja de la implementación se observa en la figura siguiente:

Figura 43. Flujo de caja implementación Kaizen.



9.7 CONCLUSIONES

Los programas de mejora que se podrían implantar en UPR Ltda. Son de sentido común y un costo total de la inversión de \$ 5'637.257, recuperable en un tiempo estimado de 5 meses de producción normal.

La gente involucrada en el trabajo operativo de producción entiende los asuntos críticos reales con más rapidez concentrándose en lo realmente importante.

Se debe hacer énfasis en las reuniones complementarias de los grupos planteados en el capítulo 5 de células de manufactura, ya que estos facilitan que el personal cuente con los espacios necesarios para que puedan expresar sus aportes e ideas al mejoramiento de los procesos de una forma constante, como lo plantea esta herramienta de la manufactura esbelta, y se cuente con los

mecanismos apropiados del registro del conocimiento emitido por el personal para que este no se pierda cuando se vaya el empleado y le sirva a la UPR Ltda. para ir adquiriendo su know how o manera propia de hacer las cosas, convirtiéndose en una organización inteligente, es decir una organización que aprende.

También se diseñó una herramienta para medir el cambio cultural y el mejoramiento continuo en cada una de las propuestas hechas, su alcance y costo se reflejan en el siguiente capítulo ya que evalúa globalmente el mejoramiento continuo.

10. HERRAMIENTA PARA MEDIR EL MEJORAMIENTO CONTINUO

Se diseñó un estudio adaptado a las características particulares de UPR Ltda., que consiste en dos fases una cuantitativa y otra cualitativa para medir el nivel de satisfacción de los empleados con la implementación de las propuestas, dos veces al año, por intermedio de la firma YANHAAS, antiguo Yankelovich y Asociados. Dicha firma particularizó los elementos necesarios para el medir el mejoramiento y el impacto de las propuestas en la cultura organizacional mediante encuestas tipo 360 grados, hasta un software, software BPO, de propiedad de YANHAAS, que se instalaría en UPR para tener un análisis descriptivo de datos de forma periódica. Este software permite realizar análisis y gráficas de tendencia, conocer la información del desempeño de la satisfacción de los trabajadores y monitorear constantemente el impacto de las actividades de Recursos Humanos y Gerencia. Los detalles, metodología, Universo del estudio y el software, así como el presupuesto, y los indicadores de resultados se pueden observar en el ANEXO P

ANALISIS DE LA HERRAMIENTA EXTERNA

Con el ánimo de generar y controlar el mejoramiento continuo en la organización, la propuesta de YanHaas S.A. agencia de investigación radicada en Bogotá, se adecuan completamente a las necesidades de la empresa.

La propuesta de YanHaas ofrece la generación de un indicador global de satisfacción y otro de compromiso de los empleados con los objetivos de la compañía, que sumados permitirán medir el nivel de cambio tanto en el ambiente organizacional, como en la percepción de la participación de los empleados en la compañía.

La aplicación de herramientas de la filosofía de Manufactura Esbelta que tienen que ver con el puesto de trabajo y la participación y compromiso con un objetivo común deberán generar un cambio a nivel de percepción y ambiente laboral el cual es importante medir a través del tiempo para así modificar estrategias flexibles en búsqueda de resultados específicos.

La propuesta de YanHaas S.A., ofrece adicionalmente la realización de matrices de acción para cada uno de los atributos a evaluar, que permitirá priorizar cada una de los aspectos críticos a analizar y desarrollar después de los cambios que se realicen durante cada medición.

El carácter cuantitativo del estudio permitirá también hacer aproximaciones y proyecciones de los resultados y estas proyecciones podrán mostrar panoramas generales y metas específicas a cumplir de una manera real y accionable.

Beneficios de la propuesta de YanHaas

- Estudio realizado por una firma experta y externa que permitirá que los resultados sean más objetivos, evitando que los trabajadores sientan que sus respuestas serán evaluadas por la misma compañía. Dado que el objetivo general del estudio es que los encuestados expongan su punto de vista libre de sesgo, es imperativo que el estudio sea realizado por un consultor externo.

- El carácter cuantitativo del estudio permite obtener resultados representativos de todos los trabajadores de todos los turnos de la compañía. Lo anterior garantiza que las decisiones a tomar con base en los resultados del estudio serán bien recibidos y acertados en la gran mayoría de los casos.
- Por medio del equipo humano de YanHaas y el manejo de datos a través del paquete estadístico SPSS, se pueden generar extrapolaciones, y aproximaciones mas cercanas a la realidad del ambiente laboral y las condiciones tanto objetivas como subjetivas de los trabajadores de UPR Ltda.
- El software de YanHaas (B.P.O) permitirá realizar cruces de variables interesantes y realizar un seguimiento periódico continuo por parte de la gerencia y el departamento de gestión humana al comportamiento del ambiente y la percepción después de la aplicación de cada una de las estrategias de implantación sin necesidad de contar con el apoyo constante del consultor.
- La realización de matrices de acción basadas en comportamientos de los encuestados y de la relación de la opinión de estos con una batería de atributos de evaluación, permitirá corregir o continuar con la aplicación de una o más estrategias de implantación o de generación de satisfacción por parte de los trabajadores.
- El indicador de satisfacción con la empresa generado por YanHaas permitirá detectar el comportamiento del ambiente laboral y de los resultados de aplicación de estrategias puntuales a través del tiempo. También permitirá corregir y afinar estrategias y cambios realizados en un periodo corto de tiempo.

La aplicación periódica de este estudio dentro de la compañía asegurará y llevará un registro del comportamiento general de los empleados con respecto a la percepción de la compañía y será una herramienta más para poder de una manera distinta a la contable, medir el impacto en la fuerza laboral de las ultimas acciones y cambios gerenciales.

El insumo de información que provee esta herramienta deberá ser utilizado por el departamento de gestión humana para medir y generar mejoramiento continuo.
Razones para el NO diseño e implementación de la herramienta In-House.

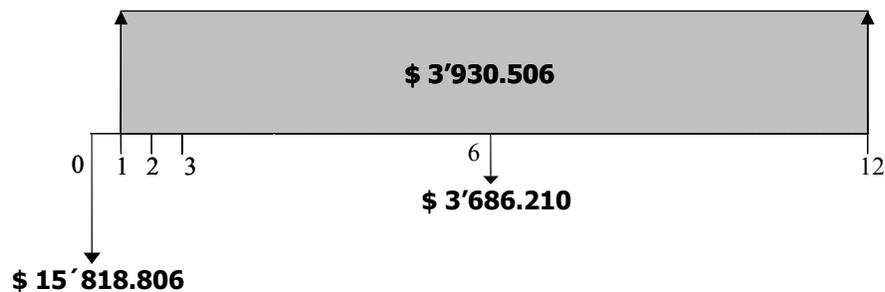
- **Calidad de la información:** Sesgo presente por realizar la encuesta a los empleados por parte de personas de la compañía. Lo anterior genera daños en el laboral y en la información recolectada.
- **Análisis de la Información:** No existe la posibilidad dentro de la compañía de realizar análisis multivariados por medio de paquetes estadísticos.
- **Seguimiento de la información:** La utilización del programa de análisis y seguimiento de Yanhaas, B.P.O, permite hacer una visualización completa del histórico de resultados y permite tambien contar con la información necesaria en tiempo real.

11. EVALUACIÓN FINANCIERA

De acuerdo a los análisis de viabilidad financiera de cada una de las propuestas de aplicación de cada uno de los elementos de Manufactura Esbelta analizados, en conjunto, más el costo del estudio realizado por la firma YANHAAS para medir el mejoramiento continuo global, se realizó el total de la inversión y retornos que se ven reflejados en los siguientes diagramas de flujo de caja.

Diagrama de flujo de caja 1. Este diagrama obedece a la escogencia de la opción de implementación 1 en el capítulo de Células de Manufactura y la opción de los guantes tipo1 en el capítulo de 5S's. El flujo de caja e indicadores son los siguientes:

Figura 44. Diagrama flujo de caja opción 1 de inversión para la implementación del proyecto.



Periodo 0:

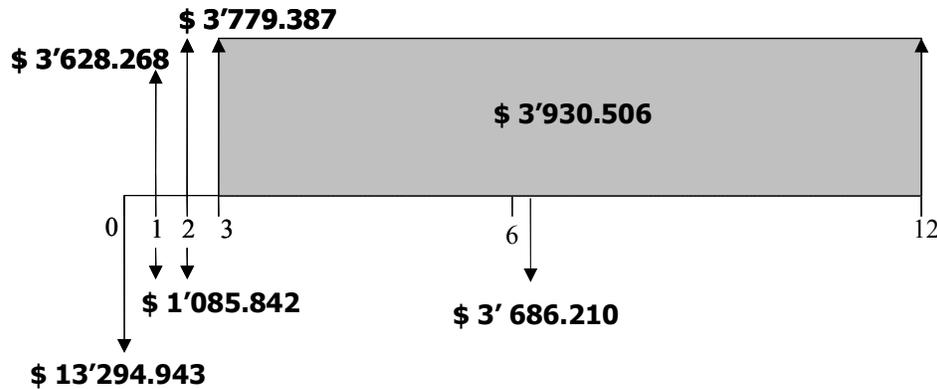
- \$ - 3.257.526 (Células de Manufactura)
- \$ - 5'637.257 (Kaizen)
- \$ - 3.686.210 (TPM)
- \$ -3.237.813 (5S's/SMED)

Indicadores resultantes del flujo de caja (Opción 1)

- A. **%TIR = 20.68%**
- B. **VPN = \$21'253.230**
- C. **TREMA = 7.40% .A = (2.53% M.A)**

Diagrama de flujo de caja 2. Este diagrama obedece a la escogencia de la opción de implementación 2 en el capítulo de Células de Manufactura. El flujo de caja e indicadores son los siguientes:

Figura 45. Diagrama flujo de caja opción 2 de inversión para la implementación del proyecto.



Periodo 0:

- \$ -1.085.842 (Células de Manufactura)
- \$ - 5'637.257 (Kaizen)
- \$ - 3.686.210 (TPM)
- \$- \$ 2'885.634 (5S's/SMED)

Indicadores resultantes del flujo de caja (Opción 2)

- D. **%TIR** = 21.68%
- E. **VPN** = \$21'246.596
- F. **TREMA** = 7.40% T.A = 2.53% M.A

Los diagramas de flujo de caja mostrados equivalen a un modelo gráfico utilizado para representar los desembolsos o la inversión de dinero que tendrían que hacer los inversionistas, en este caso UPR Ltda. para la implementación del proyecto completo, es decir la aprobación e implementación de todas las herramientas estudiadas en el presente trabajo, que demuestra, tal como se vio en la viabilidad financiera individual de cada una de ella la rentabilidad para la empresa desde el punto de vista financiero , sin embargo a nivel grupal conducen a un mayor éxito de los objetivos buscados ya que los elementos están muy interrelacionados y se podría decir que dependen para lograr el óptimo desarrollo de la planta de producción. De igual forma través del tiempo , se puede observar en las figuras 44 y 45, los ahorros de dinero esperados para el primer año, aunque si se calcularán con una mayor proyección de tiempo, podrían aumentar sustancialmente como es el caso de 5S's, además porque de lograrse la implementación e ir acercándose más al cambio de cultura para la adopción de la manufactura esbelta al interior de la empresa, los beneficios son mucho más altos, dado que los costos de capacitaciones y el tiempo de capacitación tienden a bajar

dado que el personal ya domina las herramientas, además que los casos exitosos en otras empresas que las han aplicado así lo demuestran.

"La TIR o tasa interna de retorno, es aquella tasa de interés que hace que el valor presente de los ingresos sea igual al valor presente de los egresos, o lo que es lo mismo que la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos de un proyecto sea igual a cero. El criterio de aceptación de inversiones mediante el uso de esta técnica es comparar si la TIR es mayor que la tasa de rentabilidad del mercado TREMA, en cuyo caso se debe aceptar.⁵⁷ La tasa de rentabilidad mínima atractiva que se utilizó para todos los cálculos fue de 7.40% trimestral anticipada, que equivale al DTF, el DTF hace parte de las políticas fiscales que emite el gobierno y que rige las tasa de captación de interés fijo actual.

⁵⁷ ARANGO Fernando, Material preparado con fines didácticos en seminarios de capacitación y cátedra de Evaluación de Proyectos Pontificia Universidad Javeriana, Carrera de Ingeniería Industrial.

12. CONCLUSIONES FINALES

- De acuerdo al análisis hecho de la situación inicial del funcionamiento de la empresa versus los análisis financieros y los beneficios esperados de cada una de las propuestas, se concluye que las implementaciones planteadas para UPR Ltda., son factibles de realizar en cada una de las herramientas estudiadas.
- Adicionalmente, como se vio en el trabajo, es importante recalcar que el desarrollo de las herramientas va ligado e interrelacionado, es decir, el éxito de herramientas como KAIZEN, TPM, SMED, es imposible de lograr sino se hace primero la implementación de células de manufactura y 5S's al interior de UPR Ltda.
- También se concluye que la aplicación de la teoría de Manufactura Esbelta a una empresa de manufactura de plásticos netamente colombiana, como es el caso de UPR Ltda., no tendría obstáculos que impidan su desarrollo dentro de la cultura organizacional que se medirá con el estudio de la firma YANHAAS, en cada trabajo exploratorio que se realizó con el personal de la planta de producción, (ver actas de trabajo), se vio la gran disposición a colaborar con los cambios sugeridos, además si se tiene en cuenta el éxito que tuvo la empresa General Motors cuando trabajo con personal latino en Estados Unidos, fortalece la idea de poder trabajar la teoría en el ámbito colombiano, y sirve para ir desmitificando la idea de que es una teoría solo para Japón o Estados Unidos, con un fortalecimiento y difusión por parte de la dirección de la compañía en el tema se podrían lograr grandes avances, como se vio en el capítulo de viabilidad financiera.

13. RECOMENDACIONES

Es necesario que los cambios planteados en caso de ser realizados, sean de manera constante y permanente al interior de UPR, no se pueden dejar en un solo año o en una instancia, sino que se debe comprender como una nueva manera de trabajo, y que si se van hacer las cosas desde la implementación en adelante, y verlo como un Programa de Mejoramiento Continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal, utilizando diferentes herramientas de Manufactura Esbelta para optimizar el funcionamiento de algún proceso productivo seleccionado.

La base de todos los cambios y reuniones de capacitación que se hagan debe estar apuntalado por la reflexión permanente sobre el grado de avance que se haga y tener auditorias de progreso que permitan medirlo.

Cada sesión que se tenga con los grupos de células de manufactura deben ser sesiones de diálogo y encuentros para compartir experiencias adquiridas y estar preparados para que el rol del operario cambie, aceptar los cambios de roles a todo nivel, pues están involucrados desde el gerente general de la empresa , hasta el jefe de producción, y la jefe de recursos humanos y bienestar social, quien tiene funciones claras que contribuyen con la asimilación del personal de los cambios y en tener claro hacia donde se va a dirigir la cultura organizacional de la implementación en adelante, incluso desde mucho antes de la implementación.

Es recomendable que personal clave dentro de la organización pueda asistir a seminarios que se realicen sobre el tema, se documente, capacite y pueda acceder a ejemplos puntuales que se están realizando sobre la aplicación de Manufactura esbelta en empresas colombianas y conozca la manera de trabajar , las dificultades que encontraron con la implementación , etc. En Japón este proceso de sentarse a hablar con los proveedores, diseñadores del producto, personal de la planta de producción, etc. les dio la oportunidad de crecer mucho y conocer sus fortalezas y debilidades como industria Japonesa lo que le abrió campo a la creación de la manufactura esbelta y seria interesante que empresas colombianas pudieran hacer lo mismo y compartieran sus experiencias para beneficiarse todos de manera general del la experiencia adquirida por todos, como una especie de círculos de calidad pero a nivel empresarial donde se difundiera todo este material existente del tema y muchos lo pudieran oír y el empresario colombiano se motivara a ponerlo en práctica.

Implantación de las herramientas de la manufactura esbelta a través de líneas piloto y que cada experiencia piloto sea monitoreada en profundidad para identificar la mayor cantidad de conocimiento en su avance y se guarde todo lo que se rescataba para la implementación de la siguiente herramienta.

BIBLIOGRAFÍA

ANAYA ORTIZ. Héctor. Análisis financiero aplicado. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. 1998. 729p.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS. (ACOPLASTICOS) Editorial. En: Plásticos de Colombia. Bogotá. VOL. (2001 – 2002); 95p.

----- Manual del buen uso del reciclador, 1998. 20p.

CONGDON William S. y RAPONE Robert M. JIT and Lean Production. En: Business and Company Resource Centre. Texas Instrument. Vol.107.300p

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE. Actividad Manual Manufacturera 1998.

----- Actividad Manual Manufacturera 1998. 25p.

----- Estadísticas. 1999

DETTY Richard y YINGLING Jon. Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation. University of Kentucky, USA. Vol 38, No 2- <<http://www.tandf.co.uk/journals/tf/00207543.html>>

FEDERACIÓN DE EMPRESARIOS DEL METAL DE ZARAGOSA (FEMZ). "Cursos pequeñas y medianas empresas y empresarios autónomos". [Online]. Aragón. (España): Abril 2002. Available from internet: <<http://www.femz.es/cursos/calidad/Tema05/portada.html>>

HANCOCK Walton M. y ZAYKO Matthew J. Lean Production: implementation problems. En: Business and Company Resource Centre. Vol. 30, No.6. Junio 1998; p.4.

HO Samuel K. y CICMIL Svetlana. Techniques Japanese 5-s Practice. En: The TQM Magazine/ MCB University Press. UK. Vol. 8, No.1, 1996 40p.

INTERNATIONAL SEMINARS SERIES MONTERREY. Diplomado: Desarrollo de expertos en lean manufacturing [Online]. Monterrey. (México) 2001.
http://www.wcmg.com/international_seminars.htm

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. "Lean Leaper" Design. 1997 – 2004. Available from internet:
<[www.lean.org/Lean Thinking.cfm-pdf-9K](http://www.lean.org/Lean%20Thinking.cfm-pdf-9K)>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. OIT. Introducción al estudio del trabajo.
México: Limusa 2002. 522p.

RAMOS María y FERRER Pedro. Centro Español de Logística. (CEL). Available from internet:
www.cel-logistica.org7s7actividades.cg

VÉLEZ Pareja Ignacio. Decisiones de Inversión. Bogotá: Centro editorial Javeriano. 1998.
258 p.

WOMACK, James P. and JONES Daniel T. The Machine that changed the World. New York:
Harper Perennial, 1990.

----- Lean Thinking. Simon & Schuster; 1st edition, September 9, 1996. 352p.

<http://www.primexpr.org/publications/queeslean.htm> by Alberto Dominguez.