

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Aplicación de la técnica SMED como herramienta para la
reducción de tiempo de cambio de molde en una fabrica de
artículos plásticos”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Edmundo Azael Castro Ayala

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año:2004

DEDICATORIA

A MI MADRE
A MIS TÍOS Y
A MI NOVIA.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por darme la capacidad de culminar este proyecto, a mi director de tesis el Ing. Juan Calvo y a todas las personas que de una u otra manera me han ayudado en la realización de este proyecto y han confiado en mí

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Manuel Helguero.
PRESIDENTE

Ing. Juan Calvo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ernesto Martinez
VOCAL



DECLARACIÓN EXPRESA

" La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL."

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Edmundo Azael Castro Ayala.



CIB-ESPOL

RESUMEN

Las empresas que se dedican a la fabricación de artículos de plástico poseen maquinarias en la cual se centra la mayor parte de su sistema productivo, es decir, con un solo tipo de máquina se pueden elaborar diversos productos, para lo cual se necesita tan solo realizar un cambio de molde.

La empresa motivo de análisis se dedica a la elaboración de productos de plástico para el hogar, para la industria, así también se dedica a la fabricación de calzado deportivo, botas, zapatillas y juguetes. La empresa se encuentra ubicada en el Km. 7.5 de la vía Daule con un área de 45.000 m² y es actualmente la empresa líder en Ecuador y la única en Latinoamérica que fabrica bajo el mismo techo más de 3000 artículos.

En la empresa en la cual se enfoca el desarrollo de esta tesis de grado, se realizan continuos cambios de moldes para producir la gran variedad de artículos en forma y tamaño que demandan sus clientes. Actualmente el cambio de molde y la preparación de la máquina provoca desperdicios tanto de mano de obra como de materiales. Esto se debe a que el personal

encargado de la preparación de la máquina y cambio de herramental no realiza estas operaciones en el menor tiempo posible, por el contrario, estas operaciones toman más tiempo de lo estimado. Debido a que: se realizan actividades repetitivas, no se proveen las herramientas necesarias o se utilizan las herramientas inadecuadas, también se evidencia la falta de capacitación del personal y la carencia de un procedimiento.

Con la aplicación de la técnica SMED (Single Minute Exchange of Die; Cambio de Herramientas en menos de 10 minutos) se busca dar solución a los problemas antes expuestos, así también, reducir los tamaños de lote de producción, disminuir el número de horas utilizadas en cambios de moldes y de esta manera mejorar la productividad.

ÍNDICE GENERAL



	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	2
1.1. Actividad que realiza.....	2
1.2. Localización.....	11
1.3. Inicio y Evolución.....	11
CAPÍTULO 2	
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIÓN.....	15
2.1. Descripción del proceso de inyección.....	15
2.2. Diagrama de flujo del proceso de inyección.....	26



CAPÍTULO 3

3. TEORÍA DE LOS CAMBIOS RÁPIDOS DE MOLDES.....	28
3.1. Estructura de la producción.....	28
3.2. Fundamentos del SMED.....	32
3.2.1. Historia del SMED.....	32
3.2.2. Mejoras de la Preparación: Etapas conceptuales.....	35
3.3. Preparación Interna.....	39
3.4. Preparación Externa.....	41
3.5. Aplicación del SMED en la preparación interna.....	51
3.6. Estudios de tiempos con cronómetros.....	57

CAPÍTULO 4

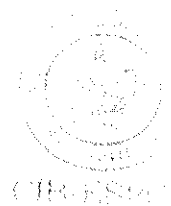
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES ANTES DEL ANÁLISIS.....	63
4.1. Desmontaje de molde.....	63
4.2. Montaje del Molde.....	68
4.3. Regulación de la Máquina.....	70
4.4. Diagrama de Flujo del Proceso.....	71
4.5. Estudio de tiempos y movimientos de cambio de molde.....	73

CAPÍTULO 5

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES DESPUÉS DEL ANÁLISIS.....	119
5.1. Desmontaje de molde.....	120
5.2. Montaje del Molde.....	126
5.3. Regulación de la Máquina.....	128
5.4. Diagrama de Flujo del Proceso.....	129
5.5. Estudio de tiempos y movimientos de cambio de molde.....	131
5.6. Análisis de Resultados.....	148
5.7. Análisis costo-beneficio de la aplicación de la técnica SMED.....	156
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

cm	Centímetros
h	Horas
IED	Preparación interna
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetros
lt	Litros
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
min	Minutos
MIN-H	Minutos-Hora
MIN-MAQ	Minutos-Máquina
OED	Preparación externa
SMED	Single Minute Exchange die



CIB-ESPOL

SIMBOLOGÍA

%

Porcentaje



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Foto del área de inyección soplado.....	6
Figura 1.2 Organigrama Funcional de las Áreas Operativas.....	9
Figura 1.3 Organigrama funcional del área de Comercialización.....	10
Figura 2.1 Esquema de la máquina de Inyección.....	24
Figura 3.1 Estructura de la producción.....	30
Figura 3.2 Sistema combinado.....	47
Figura 3.3 Método de anclaje directo y perno.....	55
Figura 3.4 Orificios de anclaje en forma de pera.....	56
Figura 4.1 Diagrama causa efecto de la regulación molde máquina.....	101
Figura 4.2 Diagrama causa efecto de la conexión y desconexión del sistema de enfriamiento.....	102
Figura 5.1 Acoples o conectores rápidos.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de los materiales.....	18
Tabla 2 Descripción de máquinas en el área de preparación de materia prima.....	20
Tabla 3 Descripción de máquinas en el área de inyección y soplado.....	21
Tabla 4 Diagrama del flujo de proceso de inyección.....	27
Tabla 5 Procedimiento general de un proceso de preparación tradicional.....	35
Tabla 6 Tabla de procedimientos para operaciones en paralelo.....	52
Tabla 7 Diagrama de flujo de proceso de cambio de molde antes del análisis.....	72
Tabla 8 Tiempos y frecuencia de cambio por área.....	74
Tabla 9 Distribución de número de cambios de molde por área a estudiar.....	75
Tabla 10 Estudios de tiempos de cambio de molde silla PERUGIA.....	77
Tabla 11 Estudios de tiempos de cambio de molde lavacara acuario.....	78
Tabla 12 Estudios de tiempos de cambio de molde silla italiana.....	79
Tabla 13 Estudios de tiempos de cambio de molde kaveta robusta 32 cm.....	80
Tabla 14 Estudios de tiempos de cambio de molde pallet.....	81
Tabla 15 Estudios de tiempos de cambio de molde kaveta robusta.....	82
Tabla 16 Estudios de tiempos de cambio de molde tapa bidón.....	83
Tabla 17 Estudios de tiempos de cambio de molde cesto lider.....	84
Tabla 18 Tiempos de cambio por año y por área.....	85
Tabla 19 Tiempos metas de cambio de molde por área.....	85
Tabla 20 Operaciones del cambio de molde.....	86
Tabla 21 Resumen del cambio de molde de la silla PERUGIA.....	87
Tabla 22 Resumen del cambio de molde de la lavacara acuario.....	88
Tabla 23 Resumen del cambio de molde de silla italiana.....	89
Tabla 24 Resumen del cambio de molde de kaveta robusta 32 cm.....	90
Tabla 25 Resumen del cambio de molde de pallet.....	91
Tabla 26 Resumen del cambio de molde de kaveta robusta.....	92
Tabla 27 Resumen del cambio de molde de tapa bidón.....	93

Tabla 28	Resumen del cambio de molde de cesto lider.....	94
Tabla 29	Resumen de estudios de tiempos basados en horas hombre.....	95
Tabla 30	Resumen de estudios de tiempos basados en horas máquina.....	96
Tabla 31	Clasificación de operaciones internas y externas.....	99
Tabla 32	Máquinas a cambiar acoples rápidos.....	112
Tabla 33	Cronograma de actividades del plan de mejoras de las operaciones internas.....	117
Tabla 34	Prioridades de máquina por molde.....	125
Tabla 35	Diagrama de flujo de proceso de cambio de molde después del análisis.....	130
Tabla 36	Estudios de tiempos de cambio de molde kaveta industrial Cónica.....	132
Tabla 37	Estudios de tiempos de cambio de molde mesa riviera.....	133
Tabla 38	Estudios de tiempos de cambio de molde mesa marbella.....	134
Tabla 39	Estudios de tiempos de cambio de molde macetero Magnolia.....	135
Tabla 40	Estudios de tiempos de cambio de molde cesto imperial.....	136
Tabla 41	Estudios de tiempos de cambio de molde cesto lider.....	137
Tabla 42	Estudios de tiempos de cambio de molde bacinilla Montecatini.....	138
Tabla 43	Estudios de tiempos de cambio de molde tacho ICARO.....	139
Tabla 44	Resumen del cambio de molde kaveta industrial cónica.....	140
Tabla 45	Resumen del cambio de molde mesa riviera.....	141
Tabla 46	Resumen del cambio de molde mesa marbella.....	142
Tabla 47	Resumen del cambio de molde macetero magnolia.....	143
Tabla 48	Resumen del cambio de molde cesto imperial.....	144
Tabla 49	Resumen del cambio de molde cesto lider.....	145
Tabla 50	Resumen del cambio de molde bacinilla montecatini.....	146
Tabla 51	Resumen del cambio de molde tacho ICARO.....	147
Tabla 52	Tabla de las horas hombres totales utilizadas en los cambios de moldes antes del análisis.....	148
Tabla 53	Tabla de las horas hombres totales utilizadas en los cambios de moldes después del análisis.....	149
Tabla 54	Tabla comparativas de las horas hombres totales utilizadas en los cambios de molde antes y después del análisis.....	150
Tabla 55	Tabla comparativas de las horas hombres promedio utilizadas por operación en los cambios de molde antes y después del análisis.....	151
Tabla 56	Tabla de las horas maquinas totales utilizadas en los cambios de moldes antes del análisis.....	152
Tabla 57	Tabla de las horas maquina totales utilizadas en los cambios de moldes después del análisis.....	153
Tabla 58	Tabla comparativas de las horas maquina totales utilizadas en los cambios de molde antes y después del análisis.....	154

Tabla 59	Tabla comparativas de las horas maquina promedio utilizadas por operación en los cambios de molde antes y después del análisis.....	155
Tabla 60	Tabla de justificación de la implantación de los conectores Rápidos.....	157
Tabla 61	Tabla de justificación del uso de cáncamos en cada molde.....	158
Tabla 62	Tabla de justificación del uso de pistolas neumáticas.....	159
Tabla 63	Tabla de justificación del uso de conectores eléctricos rápidos..	160

INTRODUCCIÓN

En la empresa que se desarrolló este proyecto de tesis, se realizan continuos cambios de moldes para producir la gran variedad de artículos en forma y tamaño que demandan sus clientes. Los tiempos para realizar estos cambios de molde son excesivamente grandes por ello sus directores se vieron en la necesidad de reducirlos; ya que esto incrementa las ineficiencias e improductividades de la planta.

Con la aplicación de la técnica SMED (Single Minute Exchange of Die; Cambio de Herramientas en menos de 10 minutos) se busca reducir estos elevados tiempos de cambio de molde. La aplicación de la técnica se basó en el desarrollo de las fases conceptuales del SMED; en la etapa preliminar se definen las operaciones del cambio de molde y para esto se filmaron dos cambios de molde y se hicieron observaciones durante el proceso. Luego de definidas las operaciones, se las separó en operaciones internas y externas desarrollando así la primera fase. En la segunda fase se realiza la conversión de la mayor cantidad de operaciones internas en externas. Por último, en la tercera fase se perfeccionan todas las operaciones y para esto se identificaron las operaciones con mayor impacto en el tiempo total de cambio de molde, con el objetivo de que estas operaciones sean las prioritarias a mejorar. Esto se lo realizó con la ayuda de estudios de tiempo, análisis de pareto, diagramas causa efecto, etc.

CAPITULO 1

1 ANTECEDENTES.

En este capítulo se describirá en forma breve la actividad principal que realiza la empresa objeto de estudio de esta tesis, las diferentes líneas de productos, el plan estratégico, áreas de producción, el personal con el cuenta para desarrollar sus actividades, localización y por último su historia desde los inicios hasta en lo que se ha convertido hoy por hoy: una de las empresas más grandes del país.

1.1 Actividad que realiza.

La empresa que me ha permitido elaborar esta tesis de grado, es una compañía anónima, dedicada a la fabricación de: artículos plásticos para el hogar y la industria, zapatos, botas, zapatillas y juguetes.

Con el único objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes, esta compañía ha tenido que diversificar su producción y por ello han creado diez líneas de productos que son:

1. Línea hogar.- Conformada por productos plásticos para uso dentro y fuera del hogar con colores básicos, comprende artículos de cocina, limpieza y organización, escolares e infantiles y plásticos de hogar.

2. Línea Premium.- Conformada por productos plásticos para uso dentro y fuera del hogar con colores y diseños de moda básicos, comprende artículos de cocina, limpieza y organización, escolares e infantiles y plásticos de hogar.

3. Línea de jardinería.- Los productos de esta línea son de alta resistencia y durabilidad, los cuales vienen en diseños y colores atractivos que permiten su utilización para la decoración en interiores y exteriores.

4. Línea embajador.- Conformada por artículos plásticos, en general de alta transparencia de calidad mundial.

5. Línea muebles.- Los productos de esta línea son de alta comodidad, resistencia y durabilidad; fabricados con resinas

que le permiten permanecer tanto en interiores como exteriores, conservando todas sus cualidades.

6. Línea industrial.- Línea fabricada con materia prima de alta calidad, en diseños resistentes y prácticos. La línea está conformada por baldes, lavacaros, cajoneras, cajas para herramientas, embudos, cascos, bandejas y gavetas.

7. Línea juguetes.- Esta línea incluye: juguetes de vinyl, pelotas, carros, juegos didácticos, juegos de playa, muñecas con mecanismos y accesorios.

8. Línea kit.- Línea de calzado escolar y deportivo fabricado en combinación de lona y suela inyectada de PVC, este calzado se destacan por su durabilidad, resistencia y variedad de modelos.

9. Línea bora bora.- Las zapatillas BORA BORA están elaboradas con suelas y planchas microporosas de "EVA".

10. Línea 7 vidas para trabajos pesados.- las botas de la línea 7 vidas están diseñadas para trabajos que requieren resistencia seguridad y comodidad, como por ejemplo la industria pesquera, agrícola y de la construcción

La empresa cuenta con un equipo que trabaja en la venta y desarrollo de sus productos, conformada por el departamento de Ventas, departamento de Mercado, departamento de Servicio al cliente, el departamento de ingeniería de producto y sus bodegas de Quito y Guayaquil.

Todo este grupo está conformado por más de 30 personas las cuales se encargan de distribuir los productos a tiempo y en óptimas condiciones, así como también se encargan de investigar las nuevas tendencias del mercado del plástico referente a: moda, colores, materiales, empaques, etc.

Además, la empresa establece estrategias de comunicación impulsando los productos con campañas publicitarias y relaciones públicas. La relación cliente empresa esta a cargo del departamento de mercado, utilizando para este fin el servicio de "KORREO DIRECTO," donde se informa todo lo concerniente a la empresa y sus actividades. A través de su departamento de Comercio Exterior mantiene relaciones comerciales con varios países del Caribe y Sudamérica.

Actualmente la empresa continúa avanzando, creciendo y perfeccionando todas sus áreas y explorando nuevos rumbos que le permitan alcanzar mayores éxitos; por ello la compañía es

actualmente la empresa líder en el Ecuador y la única en Latinoamérica que fabrica bajo el mismo techo una extensa variedad de artículos que incluyen desde líneas para el hogar hasta línea de juguetes.

Actualmente la empresa cuenta con cinco áreas de producción que son: inyección y soplado, calzado, cueros, juguetes y zapatillas.

El área en la cual se desarrolla el tema de esta tesis de grado es el área de inyección y soplado. Se eligió esta área debido a que es la de mayor volumen de producción, ya que cuenta con un número aproximado de 50 máquinas y de las 10 líneas de productos que tiene esta empresa, el área de inyección soplado fabrica 6 líneas de estas 10. Sumado a esto el área de inyección soplado cuentan con alrededor de 1000 moldes para producir los diferentes artículos y por ello es el área con mayor frecuencia de cambio de molde.



Figura 1.1: Foto del área de inyección soplado.

Adicionalmente la empresa cuenta con la siguiente filosofía, misión, visión y organigramas dentro de su plan estratégico.

Filosofía

“Capacitar a sus colaboradores, actualizar sus productos e invertir en nuevos medios de producción y distribución para lograr la excelencia en el servicio, la satisfacción de sus clientes y la realización personal de sus colaboradores y de esta manera ofrecer:

- Bienestar al cliente interno.
- Cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente externo.
- Optimizar capacidad tecnológica.
- Disminuir desperdicios.
- Brindar una adecuada rentabilidad”

Misión

“Ofrecer productos y servicios, mediante la innovación permanente y la valoración de nuestras marcas, para satisfacer las expectativas de los clientes, manteniendo el liderazgo en el mercado y la prosperidad de accionistas y colaboradores.”

Visión

“Ser una empresa de clase mundial líder en su sector, basada en la excelencia de sus productos y servicios, bajo una cultura orientada hacia la calidad y satisfacción del cliente, soportada por la óptima capacidad profesional y ética de sus colaboradores”

Valores Filosóficos

- La empresa capacita a sus colaboradores, actualiza sus productos e invierte en nuevos medios de producción y distribución para lograr la excelencia en el servicio, la satisfacción de sus clientes y la realización personal de sus colaboradores.
- Como empresa, respeta y observa la ética personal y profesional en todas sus acciones y campañas.
- La empresa es un aporte al progreso de la comunidad

Organigramas

A continuación en la figura 1.2 se encuentra el organigrama funcional de las áreas productivas y en la figura 1.3 se encuentra el organigrama funcional del área de comercialización.

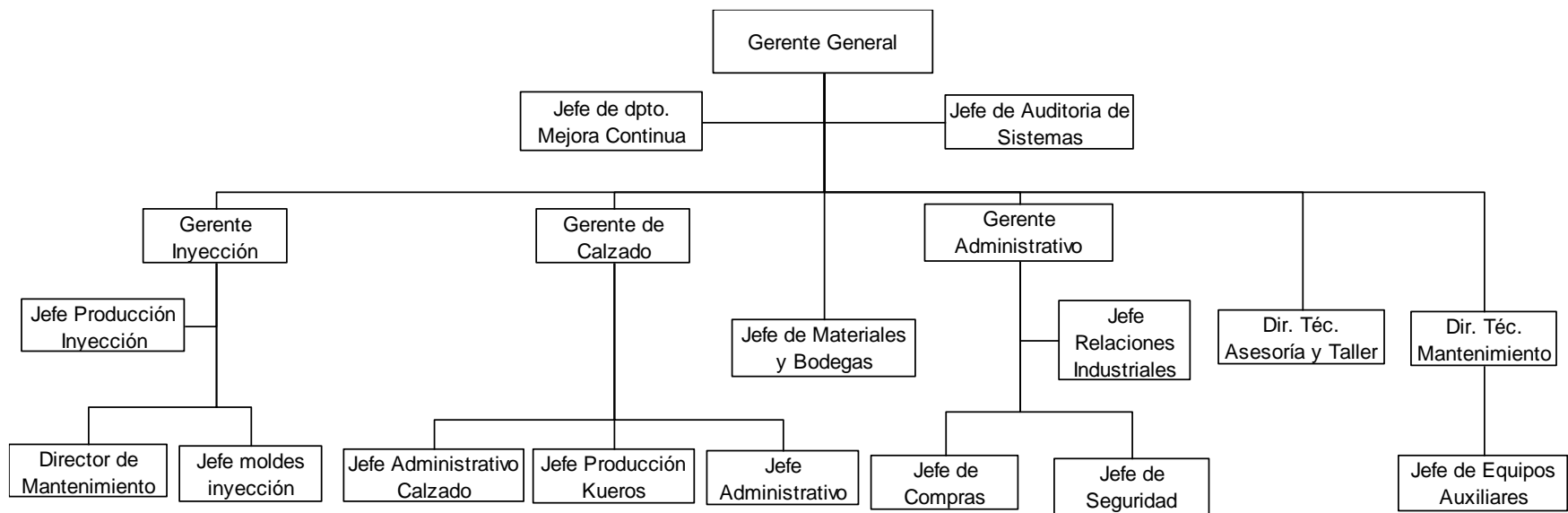


Figura 1.2: Organigrama Funcional de las Áreas Operativas.

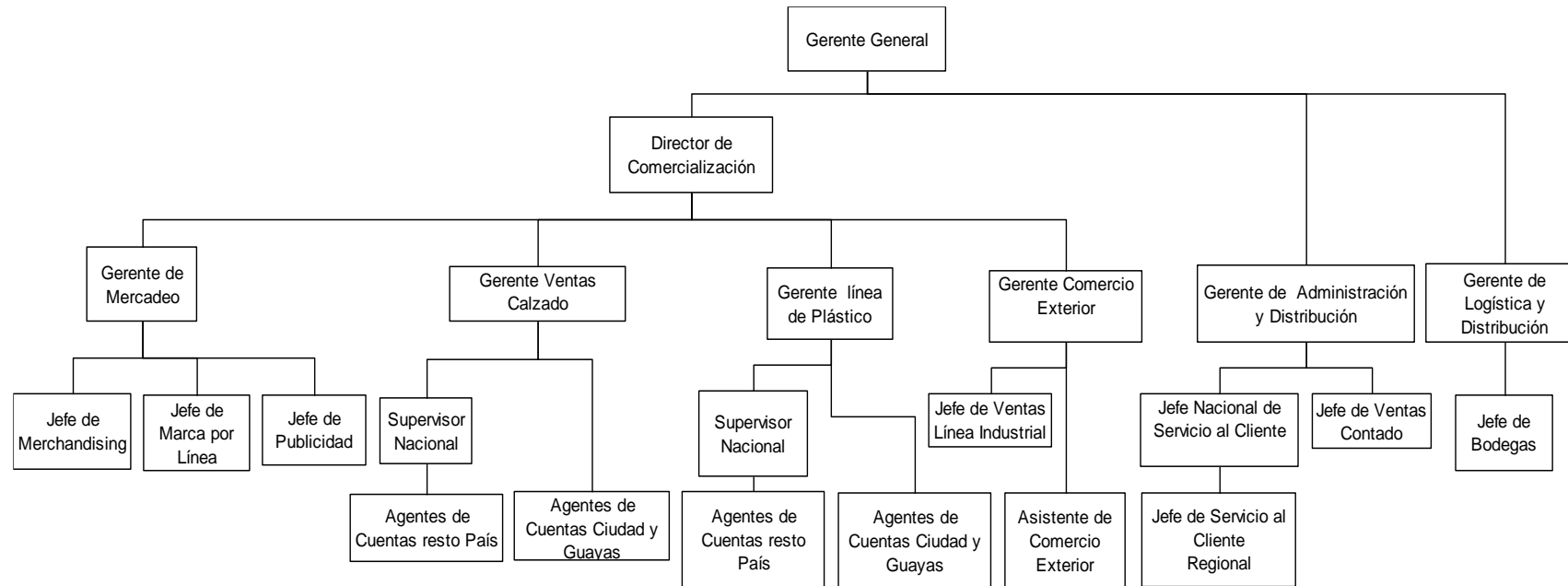


Figura 1.3: Organigrama funcional del área de Comercialización.

1.2 Localización.

La empresa se encuentra ubicada en el Km. 7.5 vía Daule a la altura de la intersección con la Avenida Juan Tanca Marengo, la misma cuenta con un área de 45.000 m². En esta planta solo se producen las líneas de inyección y soplado, calzado y cuero. Para la producción de línea de zapatilla bora-bora se cuenta con planta ubicada en el Km. 11.5 vía a Daule, la cual cuenta con un área aproximada de 25.000 m².

Adicionalmente esta empresa cuenta con amplias bodegas de producto terminado como centro de distribución a todos los centros de distribución que se encuentran a lo largo de nuestro país; este centro de distribución se encuentra ubicado en el Km. 9.5 vía a Daule y cuenta con un área aproximada de 15.000 m².

1.3 Inicio y Evolución.

Eran los inicios de los años 50 cuando nació esta compañía, siendo en sus inicios tan solo almacenes dedicados a la importación de artículos de plásticos, consolidándose como una de las empresas pioneras en esta rama.

Los éxitos alcanzados, a pesar de su reciente creación en 1949, fueron la base para realizar varios estudios, con el fin de conocer las nuevas demandas del público.

Las necesidades se centraron en varios artículos de uso doméstico, teniendo en común las siguientes condicionantes: ser prácticos, resistentes y económicos. Sin duda, estas demandas giraban en torno de un material con esas bondades: EL PLÁSTICO.

Su poder adquisitivo era acorde al mercado y las tendencias mundiales le brindaban gran apertura. Fue así como en esta categoría se investigó cuáles eran los productos de mayor exigencia. Estos eran baldes, lavacaros y reposteros.

Con estos favorables antecedentes nace en el mes de Octubre de 1961, esta compañía productora de artículos de plásticos, constituyéndose en una empresa de enorme adelanto técnico y económico para el país. La misma inició así sus actividades, con la producción de plásticos para el hogar; empezando, en ese entonces, con sólo dos máquinas inyectoras y seis obreros.

Cada año, la producción aumentaba satisfactoriamente. Razón por la cual en 1964, se lanza al mercado la primera gran industria de calzado y botas de PVC.

Posteriormente, la empresa sigue incursionando en el mercado del calzado, ahora con una nueva línea: el reconocido calzado escolar y deportivo Kit, especializándose para ello al personal en Alemania, Italia y Estados Unidos.

En 1970 surge una nueva línea de fabricación, que permitió una integración vertical para la producción de calzado, el cuero plástico “Kuro Lite”, el sintético de mayor semejanza al cuero natural. Gran crecimiento de esta línea, originó la ampliación de las instalaciones en una infraestructura de 1.970 m².

En 1977 incursiona en el mercado de juguetes, basándose en tecnología y diseños italianos. Diez años después la empresa construye una nueva planta, para empezar la producción de zapatillas para la playa, BORA BORA.

Con el pasar de los años y la experiencia adquirida, se concentró en nuevos campos, desarrollando líneas de aplicación industrial, como gavetas (cajas industriales) utilizadas en diferentes áreas, la industria que creció posteriormente con la elaboración de muebles funcionales de prácticos diseños, cubriendo las necesidades de los ecuatorianos que hasta ese momento se veían obligados a costosos muebles de madera y metal.

Y esto no es todo, la compañía sigue trabajando en nuevos proyectos, ampliando sus horizontes, incursionando en otras categorías, con la meta de satisfacer cada día más a todos sus usuarios. Por ello en 1995, hace realidad uno de sus proyectos más ambiciosos: “Los Concesionarios”. Una cadena de locales comerciales con marca propia, denominada K-CENTROS. Tiendas que abarcan las principales comunidades de nuestro país, ofreciéndole al usuario toda la variedad, surtido y colorido de productos en un solo local.

Estos nuevos centros de venta realizan constantes actividades; ya sean promocionales o de temporada, brindando mejor servicio a sus clientes.

Actualmente, los K-Centros ya se encuentran en todo el país, cubriendo cada rincón donde se requiera calidad y variedad.

Esta prestigiosa empresa sigue creciendo, modernizándose constantemente para servir mejor, hecho que lo demuestra su planta totalmente tecnificada donde se producen más de 3.000 artículos de diversos tipos, encumbrando a la industria como líder absoluta del mercado.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIÓN

En este capítulo se dará una descripción completa del proceso de inyección que se desarrolla en el área de inyección y soplado. Esta descripción solo corresponde al proceso de inyección debido a que en esta área es donde se ha aplicado la técnica SMED.

2.1 Descripción del proceso de inyección

El proceso de inyección esta dividido en tres etapas:

- Preparación de Materia Prima
- Inyección
- Empaque

Preparación de Materia Prima

Para la preparación de la materia prima se ha creado un centro de trabajo, en este se da el color deseado para los artículos a producir

realizando la combinación de las resinas plásticas con los colorantes y demás componentes tales como: cloruro de titanio, carbonato de calcio, dispersantes, suavizantes, etc. La proporción de esta combinación de elementos depende de las propiedades físicas y mecánicas que se requiere para cada artículo.

Las resinas plásticas son un gran y variado grupo de materiales sintéticos que se procesan mediante el moldeo de la forma. Las resinas plásticas pueden dividirse en dos clases, termoplásticas y termoestables.

Termoplásticos: Son aquellos que necesitan calor para hacerlos deformables y después de enfriarse mantienen la forma a la que fueron moldeados. Estos materiales se pueden calentar y moldearlos muchas veces, sin que experimenten ningún cambio significativo de sus propiedades.(1)

Plásticos termoestables: Son aquellos que no pueden ser refundidos y remodelados en otra forma, sino que se descomponen al ser calentados a temperatura demasiado altas, por ello, no se pueden reciclar. El término termoestable implica que el calor es necesario para que el plástico mantenga permanentemente la forma. (1)

Las resinas plásticas son materiales importantes para la ingeniería por muchas razones:

- Presentan gran variedad de propiedades, algunas de las cuales son inalcanzables para otros materiales
- En la mayoría de los casos son relativamente de bajo precio.
- Para diseño de ingeniería mecánica tiene muchas ventajas, eliminación de muchas operaciones de acabado, simplificación de montaje, eliminación de peso, reducción de ruido, etc. (1)

Los principales tipos de materia prima que se utilizan para la elaboración de los artículos son los que se describen en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1
CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES				
RESINA TERMOPLÁSTICA	DENOMINACIÓN	TIPO	SÍMBOLO	DENSIDAD
POLIOLEFINICAS	POLIPROPILENO	HOMOPOLÍMEROS	PP.UG	10 - 12- 1-20 - 40
		COPOLIMEROS	PP.AI	8-12-22-25(RANDOM)-40-60-100
	POLIETILENO	ALTA DENSIDAD	PEAD	INYECCIÓN (7-8-10-20-30) SOPLADO (0.3-0.7)
		BAJA DENSIDAD	PEBD	INYECCIÓN (2-3-20-25-50) SOPLADO (0.1-0.2-0.4)
ESTIRENICAS	POLIESTIRENO	USO GENERAL	PSUG	CRISTAL
		ALTO IMPACTO	PSAI	LECHOSO
	ACRILONITRILO-BUTADIENO-ESTIRINAS		ABS	
VINÍLICAS	CLORURO DE POLIVINILO	MASA	PVC	
		SUSPENSIÓN		
		SOPLADO		
		EMULSIÓN		
	POLIBUTILEN-TEREFTALATO	INYECTADO	PETP	
		SOPLADO		

El sub-proceso de preparación de materia prima se inicia con la orden de producción, en la cual se indica: la descripción del producto, las unidades a producir, el color, peso aproximado de la pieza, tiempo de ciclo del producto, tipo de materia prima a utilizar, la cantidad de materia prima a utilizar en dicha orden de producción y ciertas especificaciones de embalaje.

Una vez que es entregada la orden producción al área de preparación de materia prima se establece la prioridad de acuerdo al número de la orden

Como la orden de producción indica las cantidades y el tipo de materia prima que se necesita solo se tiene que trasladar el material al área de los mezcladores. Para lo cual se toma una funda de resina o del material que indique la orden (generalmente las resinas vienen en forma de gránulos o pequeñas bolitas llamadas “pellets”) de 25 kilos y la introduce en el mezclador que está formado por un tanque rotatorio, luego se introduce el colorante y demás materiales necesarios para la fabricación.

Para esto primero se deberá pesar la cantidad de colorante y demás componentes que debe llevar la mezcla (6 gramos de colorante en promedio por cada Kilogramo de material).

Una vez puesto todos los ingredientes en el mezclador, se lo pone en funcionamiento el cual girar por alrededor de 15 minutos en promedio para que el colorante se disperse por todo el material. Transcurrido este tiempo se retira el material ya mezclado del tambor y es depositado en las mismas fundas en que llegó el polietileno para posteriormente ser trasladadas a las máquinas de inyección por medio de unos carritos.

Para la ejecución de este trabajo el área cuenta con la siguiente maquinaria.

Tabla 2
DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS EN EL ÁREA DE
PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA

Descripción	Cantidad
Mezclador de 200 Kg.	3
Mezclador de 100 Kg.	1
Balanza gramera (1 – 5000 gr.)	1
Molino	6

Inyección

Luego que el material ha sido debidamente preparado en el área de mezclas, este es trasladado al área de inyección soplado; (nombre con el cual se identifica el área de producción) y es colocado al pie de la máquina donde se produzca determinado artículo.

El área de inyección y soplado produce las líneas: hogar, didesa, premium, embajador, industrial, estelar. Para la producción de todas estas líneas cuenta con las siguiente máquinas:

- 61 máquinas de inyección
- 8 máquinas de soplado

El área de inyección y soplado está dividida en dos sub-áreas: inyección y soplado. Para objeto del desarrollo de esta tesis de grado sólo se analizará el área de inyección ya que de acuerdo a la

cantidad de máquinas que tiene cada sub-área es la que cuenta con el mayor número y por ende es donde está concentrada el 98% de la producción total del área de inyección soplado.

A su vez el sub-área de inyección está dividida en tres áreas más pequeñas: Alto consumo, mediano consumo y bajo consumo. Esta clasificación se ha dado por el tonelaje de cada una de las máquinas, de acuerdo a lo que se describe a continuación en la tabla 3.

Tabla 3
DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN Y
SOPLADO

Áreas	N° de Máquinas	Rangos de Tonelaje (Cierre de Prensa)
Alto Consumo	14	637 - 1600
Mediano Consumo	27	182 - 540
Bajo Consumo	20	30 - 175

El proceso de inyección se lo puede definir como la técnica o método de moldeo, en la que una resina plástica se funde y en estado líquido se inyecta a alta presión en un molde cerrado, hasta llenar éste completamente; la resina se enfría dentro del molde y se solidifica; finalmente se abre el molde y se extrae la pieza moldeada. Toda esta operación se la realiza de manera continua y automática.

Esta es una descripción general del proceso de inyección, a continuación se describirá el proceso de producción real.

El proceso se puede dividir en dos fases, en la primera tiene lugar la fusión del material y en la segunda la inyección del material en el molde.

La fase primera se realiza en una cámara cilíndrica de calefacción que tiene capacidad para una cantidad de material muy superior a la que entra en cada inyección en el molde. Para que el material en forma de de gránulos o “pellets” llegue a la cámara de calefacción este es colocado en una tolva de alimentación situada en la parte superior del cilindro. Una vez que el material está alojado dentro de la cámara cilíndrica de calefacción, este se calienta y se funde al mismo tiempo que circula hacia la parte anterior del cilindro empujado en veces sucesivas por las emboladas de un pistón que se mueve ajustadamente en el propio cilindro de calefacción; este pistón actúa de pistón de inyección y obliga al material fundido a pasar desde el cilindro de calefacción a las cavidades del molde, realizando así la segunda fase del proceso inyección del material. La fusión y la inyección se realizan en un solo cilindro diseñado para cumplir estos dos fines (fusión e inyección).

Las máquinas de inyección están constituidas por los siguientes elementos básicos:

- El sistema de alimentación, que mide una cantidad constante de material en cada ciclo.
- Un pistón que empuja al material dentro de la cámara de calefacción y le da presión para que entre en el molde.
- Una cámara de calefacción, calienta uniformemente el material a una temperatura suficiente para que pueda fluir al ser sometido a la presión del pistón.
- El molde en el que se inyecta el material. Este molde consiste en dos mitades, que se abren en un momento determinado del ciclo de moldeo y permiten así extraer del molde la pieza moldeada.
- Un mecanismo de cierre que mantiene unidas las dos mitades del molde durante el ciclo de inyección.
- Un sistema de controles para que los distintos mecanismos actúen con la secuencia adecuada.

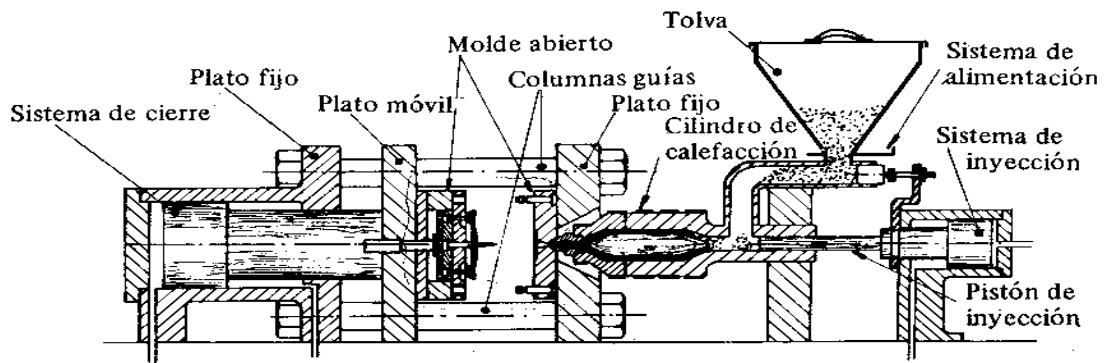


Fig. 2.1. Esquema de la máquina de Inyección.

Los tiempos y movimientos necesarios de la máquina para realizar el ciclo de inyección pueden considerarse de la siguiente manera:

- a) Tiempo para cerrar el molde, durante el cual actúa el sistema de cierre, la máquina ejecuta el movimiento necesario y cierra el molde a presión.
- b) Tiempo de inyección, durante el cual avanza el pistón y realiza la inyección; al mismo tiempo se cierra la entrada de material al cilindro de calefacción. El tiempo necesario para la inyección depende del tipo de resina plástica empleada, de la temperatura que esta alcanza, de la velocidad de avance del pistón, del tamaño del molde y del tamaño de los conductos que ponen en comunicación al molde con el cilindro de calefacción.
- c) Tiempo de moldeo, durante el cual el molde permanece cerrado y el pistón de inyección en posición avanzada. La resina se

enfria dentro del molde y por esta causa se contrae; el pistón mantiene la presión dentro de la cavidad de moldeo haciendo entrar en ésta más resina compensando así la contracción.

- d) Tiempo con el molde cerrado, necesario para enfriar la resina que ocupa las cavidades; en este tiempo el pistón de inyección retrocede y con ello hace el sistema de alimentación que queda así listo para el ciclo siguiente.
- e) Tiempo de apertura de molde, durante el cual se abre el molde. Generalmente este tiempo es constante para todos los tipos de máquinas.
- f) Tiempo de extracción de la pieza (o piezas), durante el cual se sacan las piezas moldeadas de las cavidades de moldeo.
- g) Tiempo con el molde abierto, que puede ser considerable a veces si es necesario colocar inserciones metálicas en el molde; pero generalmente es muy corto.

Las variables más importantes que se deben controlar adecuadamente son:

1. La temperatura del cilindro de calefacción.
2. La presión de inyección

3. El tiempo de moldeo, el tiempo de inyección, el tiempo de enfriamiento del artículo moldeado, el tiempo que el molde permanece abierto.
4. La temperatura del molde.

Es de vital importancia considerar que estas variables están íntimamente relacionadas y es difícil hacer un sencillo ajuste de todas ellas para obtener piezas moldeadas de buena calidad.(2)

Empaque

1. Cuando el artículo cae del molde el operador lo toma y lo apila a un lado de la máquina en todo el turno.
2. Al inicio de cada turno, los operarios recogen la producción del turno anterior y se los lleva para la plataforma de despacho para su posterior distribución.

2.2. Diagrama de flujo del proceso de inyección

A continuación en la tabla 4 se presenta el diagrama de flujo del proceso de inyección.

Tabla 4

DIAGRAMA DEL FLUJO DE PROCESO DE INYECCIÓN

No.	Actividad	Gráfico					
1	Pesar colorantes y componentes químicos	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
2	Trasladar colorantes y componentes químicos a mezcladores	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
3	Colocar colorantes y componentes químicos en mezcladores	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
4	Colocar resina en mezcladores	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
5	Mezclar componentes	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
6	Retirar el material del mezclador	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
7	Transportar material mezclado a inyectora	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
8	Colocar material mezclado en tolva de la inyectora	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
9	Poner en funcionamiento máquina (inyectar material)	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
10	Retirar artículo inyectado de molde	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
11	Rebabeear artículo o producto	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
12	Embalar artículo o producto	○	□	⇒	⌒	▽	⊗
13	Transportar a bodega de despacho	○	□	⇒	⌒	▽	⊗

CAPÍTULO 3

3. TEORÍA DE LOS CAMBIOS RÁPIDOS DE MOLDES

En este capítulo se inicia dando una descripción de cómo está estructurados en general los sistemas de producción.

Posteriormente se dan los lineamientos teóricos básicos a seguir para la implantación de la técnica SMED, dentro de cualquier proceso de preparación de máquina o herramienta, dando un procedimiento de preparación y analizando las etapas conceptuales.

Finalmente se dan los lineamientos teóricos para la obtención de los tiempos estándares de las operaciones.

3.1. Estructura de la producción

Para un mejor entendimiento de la estructura de la producción es importante definir lo siguiente:

Proceso.- Es un flujo continuo por medio del cual las materias primas se convierten en productos elaborados.

Operación.- Es cualquier acción realizada por un trabajador, máquina o equipo sobre la materia prima, productos en proceso o productos terminados.

Ahora que ya tenemos definido lo que es un proceso y una operación podemos decir: La producción es un entramado de operaciones y procesos, con una o más operaciones correspondientes a cada paso del proceso. Y en términos generales los procesos de fabricación pueden ser divididos en cuatro fases distintas:

- *Procesado.*- ensamblado, desensamblado, alteración de la forma o calidad.
- *Inspección.*- comparación con un patrón.
- *Transporte.*- cambio de ubicación.
- *Almacenaje.*- periodo de tiempo durante el cual no se realiza sobre el producto ningún trabajo, inspección o transporte.

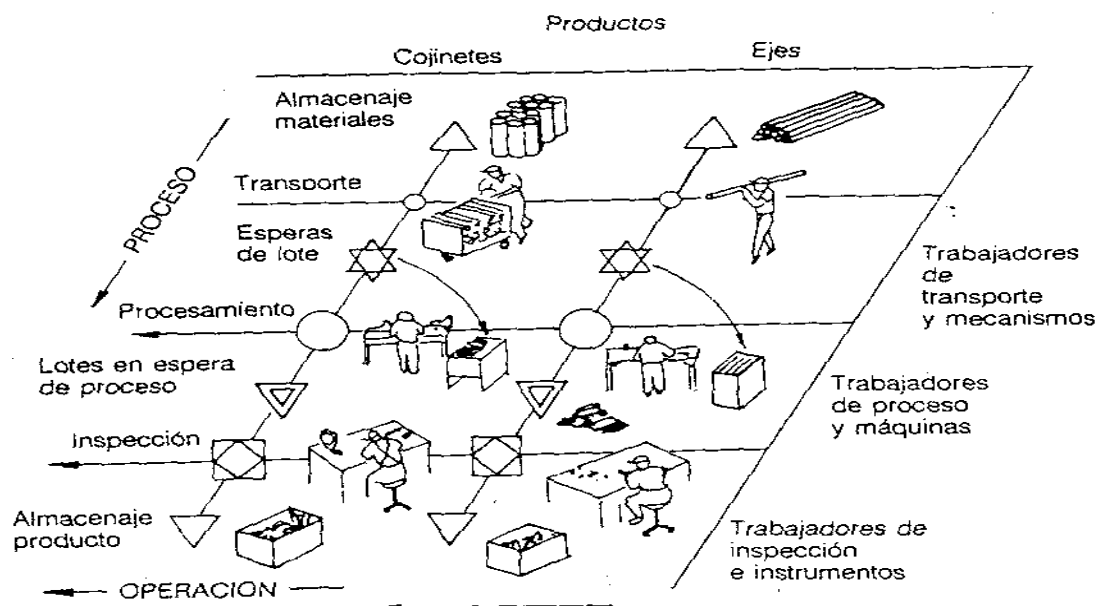


Figura 3.1 Estructura de la producción

La fase de almacenamiento a su vez puede ser dividida en cuatro categorías:

- Almacenamiento de materias primas
- Almacenamiento de producto terminado
- En espera de un proceso: una serie completa espera porque en la serie anterior no ha sido terminado.
- Esperas de lote: mientras que se mecaniza la primera unidad de un lote, las restantes unidades deben esperar su turno para ser procesadas.

La estructura interna de una operación puede ser analizada de la siguiente manera:

- *Preparación, post-ajustes.*- estas operaciones se llevan a cabo una vez, antes y después cuando cada lote se procese.
- *Operaciones principales.*- realizadas para cada pieza, que entran en tres categorías:
 1. *Operaciones esenciales.*- el mecanizado de la pieza.
 2. *Operaciones auxiliares.*- fijación de las piezas a la máquina.
 3. *Margen de tolerancia.*- Acciones de ocurrencia irregular, descanso, bebida de agua, etc.

Cada fase del proceso de fabricación tiene su correspondiente operación, es decir, existen operaciones de trabajo, operaciones de inspección, operaciones de transporte y operaciones de almacenaje.

Cada una de estas, a su vez, tiene cuatro subcategorías: preparación, esencial, auxiliar y margen de tolerancia. Por lo tanto, existen operaciones de preparación, esenciales, auxiliares y de margen para cada fase de procesado, inspección, transporte y almacenamiento.

3.2. Fundamentos del SMED

La técnica del SMED se fundamenta en la eliminación de los tiempos muertos o desperdicios de tiempos durante la preparación de máquina o de cambios de herramental para iniciar un nuevo trabajo, esto con el objetivo de mejorar la productividad de las plantas de producción e implantarlo como un sistema de mejora continua.

3.2.1. Historia del SMED

La técnica SMED fue desarrollada por Shigeo Shingo. El desarrollo de esta técnica le tomo alrededor de 19 años, el cual comenzó en el año de 1950 cuando estaba realizando un análisis de mejora en Toyo Industries; durante el desarrollo de este trabajo percibe que había dos clases de operaciones de preparación: **preparación interna** (IED), que puede realizarse solamente cuando la máquina está parada, y **preparación externa** (OED), que se realiza mientras la máquina está en operación. Con esta clasificación de las operaciones logro mejorar la eficiencia de la máquina en un 50%.

Posteriormente en 1957 le fue asignado un estudio en los astilleros de Mitsubishi Heavy Industries en el que tenía que aumentar la eficiencia de una máquina cepilladora de

bastidores de motores. Luego de realizar un análisis del proceso noto que se podía disminuir el tiempo de marcado para el centrado y dimensionamiento de la bancada del motor instalando una segunda mesa de cepilladora y realizar la operación en ella separadamente, ya que esta operación se la realizaba en la misma mesa de la cepilladora. Con la implantación de esta idea Mitsubishi Heavy Industries logro aumentar en un 40% su productividad, ya que se logra realizar el trabajo de preparación de operación anticipadamente.

En 1969, vista la planta principal de Toyota Motor Company. En esta ocasión le fue asignado el estudio de reducción del tiempo de preparación de útiles y preparación de una prensa de 1000 toneladas. El tiempo utilizado para esta preparación era de cuatro horas y el objetivo era reducirlo a más del 50% de este tiempo y al cabo de seis meses logra el objetivo reduciendo el tiempo de preparación útiles a 90 minutos tan solo separando las operaciones externas de las operaciones internas.

Posteriormente a este logro la directores de la Toyota Motor Company solicitan reducir aún más el tiempo de preparación

de útiles, a tres minutos. Con esta noticia se le ocurre convertir las IED en OED.

Usando este nuevo concepto fue capaz de alcanzar el objetivo de tres minutos en tres meses de trabajo diligente.

Con la idea de que cualquier preparación o cambio de herramental se puede realizar en menos de diez minutos, Shigeo Shingo bautiza este concepto “Cambio de Útiles en menos de 10 minutos”, o SMED (single minute exchange die).

El SMED fue adoptado más tarde por todas las fábricas de la Toyota y continúa evolucionando como uno de los elementos principales del sistema de producción Toyota.

El SMED está basado en la teoría y años de experimentación práctica. Es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación de máquinas que puede ser aplicada a cualquier fábrica y a cualquier máquina.

Pasos Básicos en el procedimiento de Preparación

Todos los procesos de preparación de útiles o cambios de herramental siguen una secuencia de pasos, la diferencia radica en el tipo de equipo utilizado para realizar estas

operaciones. Sin embargo en general todos los procesos de preparación siguen una secuencia determinada. En la tabla 5 se muestra la distribución de tiempos en operaciones de cambio tradicionales.

Tabla 5
PROCEDIMIENTO GENERAL DE UN PROCESO DE
PREPARACIÓN TRADICIONAL

Operación	Proporción del Tiempo
Preparación, ajuste post-proceso y verificación de materiales, troqueles plantillas, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes	50%

3.2.2. Mejoras de la Preparación: Etapas conceptuales.

Las etapas conceptuales son cuatro, a continuación se detallan:

Etapas conceptuales: *No están diferenciadas las operaciones internas y externas.*

Es común que en las operaciones de preparación tradicionales se confunda las operaciones internas con las operaciones externas y la consecuencia de esto tenemos, máquinas paradas durante largos períodos de tiempo. Por esto es muy importante llegar a cabo una planificación adecuada de la implantación del sistema SMED y esto se logra estudiando en detalle las condiciones reales de la fábrica.

Este análisis de las condiciones reales de la fábrica se lo puede llevar a cabo con uno de los siguientes métodos:

- Análisis de producción continuo llevado a cabo con un cronómetro, es probablemente el mejor método. Sin embargo este es uno de los métodos que más tiempo consume y precisa gran habilidad.
- Estudio del trabajo por muestras, método utilizado para procesos repetitivos. Este método plantea un problema el cual es que las muestras son precisas para este tipo de procesos, el estudio puede ser no valido si sólo se repiten unas pocas acciones.

- Entrevista a los trabajadores la aplicación de este método podría ser suficiente dependiendo de la complejidad del proceso de cambio. Este se lo puede llevar a cabo realizando una lluvia de ideas con los involucrados en el proceso, de manera que los trabajadores tengan más participación y se sientan motivados en la etapa de implantación de las mejoras.
- Grabación en video es una buena forma de analizar el proceso de montaje y si se los muestra a los trabajadores se pueden obtener buenas ideas para las mejoras. La filmación del montaje da la oportunidad de que este se lo pueda repasar muchas veces desde muchas perspectivas. Este método es quizás el método conocido más exitoso ya que los resultados son casi automáticos.

1° Etapa: *Separación de la preparación interna y externa*

Es la etapa más importante durante la ejecución del sistema SMED, consiste en diferenciar las operaciones internas y las externas. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de las piezas y herramientas y operaciones análogas se deben hacer

mientras la máquina está parada. Sin embargo esto ocurre con frecuencia.

Si consideramos la mayor parte de las operaciones de preparación o cambio de herramental como operaciones externas, el tiempo requerido para llevar a cabo las operaciones internas se reducirán entre un 30% y un 50%.

2° Etapa: *Convertir la preparación interna en externa*

A más de la separación de las operaciones en internas y externas es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Reevaluación de operaciones, para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Algunas operaciones que ahora se llevan a cabo como preparación interna pueden a menudo ser convertidas en externas al examinar su verdadera función. Es extremadamente importante adoptar nuevos puntos de vista que no estén influenciados por viejas costumbres.

3° Etapa: *Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.*

Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzar algunas simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así la mayoría de los casos. Esta es la razón por la cual debemos concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones internas y externas. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental.

Las etapas segunda y tercera no necesitan ser llevadas a cabo en ese orden, pudiendo ser prácticamente simultáneas operaciones

3.3. Preparación Interna

Como habíamos definido anteriormente la **Preparación interna** (IED), es aquella que puede realizarse solamente cuando la máquina está parada. Durante la fase preliminar no están diferenciadas en su totalidad las operaciones internas y es en esta etapa donde se detectan todos los desperdicios.

A continuación daremos a conocer algunas técnicas para cada una de las fases conceptuales.

Etapla preliminar: *No están diferenciadas las preparaciones internas y externas.*

En casi todos los procesos de cambio de herramienta se producen las siguientes pérdidas de tiempo:

- Los productos terminados se transportan al almacén o el siguiente lote de materia prima se trae desde el stock después de terminar el lote anterior y con la máquina detenida. Se pierde un tiempo precioso al tener la máquina parada durante el transporte.
- Las cuchillas matrices, por ejemplo, se entregan después de que la preparación ha comenzado, o una pieza defectuosa se descubre tras el montaje y pruebas. Como resultado, se pierde tiempo en retirar la pieza defectuosa y empezar el proceso de nuevo. Como en el caso anterior el desperdicio de tiempo se produce después del proceso: las partes que ya no se necesitan se transportan al cuarto de herramientas con la máquina todavía sin funcionar.
- En lo que ha platillas y calibres se refiere, una plantilla puede ser reemplazada porque no tiene la precisión necesaria y necesita

ser reparada; los tornillos no aparecen; una tuerca aprieta demasiado o no aparecen tacos de determinado espesor.

Se pueden encontrar otras muchas circunstancias en los errores, la falta de disponibilidad o la verificación inadecuada de equipos producen retrasos en las operaciones de preparación, esto debido a que los gerentes e ingenieros de producción no han dedicado su tiempo y conocimientos al análisis de las operaciones de preparación y le asigna toda la responsabilidad a los trabajadores, asumiendo que son conscientes y podrán pondrán todo de su parte para terminar la preparación lo antes posible.

3.4. Preparación Externa

La **Preparación externa** (OED), es aquella que se realiza mientras la máquina está en operación. Las etapas a continuación ayudaran a mejorarla.

Primera etapa: *Separación de las operaciones internas y externas.*

A continuación se describirán técnicas muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúen, de hecho, cuando la máquina está en marcha.

Empleo de una lista de comprobación:

Se debe hacer una lista de comprobación con todas las partes necesarias para una operación:

- Nombres
- Especificaciones de la operación
- Descripción de herramientas a utilizar como por ejemplo números de cuchillas, matrices, etc.
- Estandarización de parámetros como presión, temperatura y otras variables.
- Valores numéricos de todas las medidas y dimensiones.

Basados en esta lista podremos asegurarnos de que no se cometan errores y pruebas que hacen que perdamos el tiempo en las condiciones de operación.

El uso de una mesa de comprobación es también muy cómodo. La mesa de comprobación es una mesa sobre la cual se realizan dibujos de todas las piezas y herramientas necesarias para la preparación. Las piezas se colocan sobre los dibujos y con tan solo un vistazo podremos darnos cuenta de las herramientas que hacen

falta. Una limitante de esta técnica es la verificación de las condiciones de operación.

Es importante establecer una lista y mesa de comprobación específica para cada máquina, y evitar el empleo de una única lista para toda la fábrica.

Realización de comprobaciones funcionales

Como hemos visto la lista o mesa de comprobación nos permiten darnos cuenta de que las cosas están donde deberían estar, pero no nos dicen nada acerca del funcionamiento de las herramientas. Por lo tanto será necesario, durante la preparación externa, realizar comprobaciones funcionales.

Un problema frecuente son las reparaciones anticipadas que se demoran más de lo provisto, y la reparación comienza antes de que se termine la reparación. Por ello, es importante siempre, terminar las reparaciones antes de empezar la preparación interna.

Mejora del transporte de útiles y de otras piezas

Las partes han de transportarse desde el almacén hasta las máquinas, y devueltas al almacén una vez que se termina un lote. Todo esto debe llevarse a cabo como procedimiento externo,

realizado por el propio operador mientras la máquina funciona automáticamente, o bien por otro empleado asignado al transporte.

Segunda etapa: *Convertir la preparación interna en externas.*

Preparación anticipada de las condiciones de operación

Esta segunda etapa se la ilustra a partir de los siguientes ejemplos:

Precalentado de moldes en una gran máquina de moldeo de plásticos.

El precalentamiento del molde se llevaba a cabo haciendo inyecciones sucesivas de resina fundida. El precalentamiento de un molde con un calentador eléctrico antes de fijarlo a la máquina hizo posible la consecución de productos de calidad desde el principio de cada lote. El tiempo de preparación y las inyecciones de prueba se redujeron.

Con resinas, al igual que con metales, los productos defectuosos pueden reutilizarse, pero esto no es satisfactorio, porque conduce al deterioro de la calidad. Siempre es preferible producir piezas de calidad desde el principio y evitar la producción de artículos por debajo del estándar.

En otro caso los moldes de una máquina de moldeo de plásticos de medio tamaño eran precalentados pasando agua caliente a través de un tubo térmico. Se acercó a los moldes un generador de vapor móvil para producir agua caliente. Esta mejora fue extremadamente eficiente por su gran simplicidad y porque la inversión fue menor a 826 dólares.

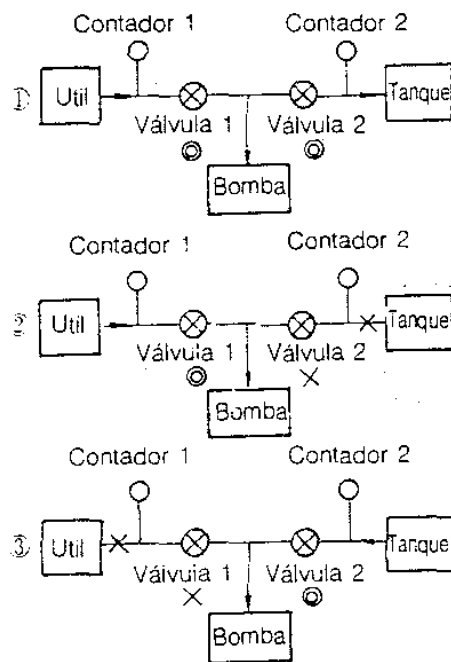
Moldeo de plásticos al vacío

El moldeo de plásticos al vacío se lleva a cabo normalmente en cuatro etapas:

- Se une un molde móvil a uno fijo.
- Se bombea el aire para producir vacío en el molde.
- Se inyecta resina.
- Se abre el molde y se retira el producto terminado.

El moldeo al vacío solo tiene éxito cuando se consigue un vacío casi completo en el molde; esto significa emplear una gran cantidad de tiempo en la segunda etapa. Un sistema combinado que se describe a continuación ayuda a resolver el problema.

1. Se instala un tanque vacío con una capacidad aproximada de mil veces el volumen del molde.
2. Se conecta el molde al tanque de vacío y se abre la válvula de escape. Esto reducirá la presión en el molde unas mil veces en menos de un segundo.
3. Se cierra la válvula que conecta el molde con el tanque de vacío y se conecta la bomba para extraer el aire que queda.
4. Empieza la siguiente inyección. Cuando se completa, se cierra la válvula entre el molde y la bomba.
5. Simultáneamente se conecta el tanque de vacío a la bomba y se extrae el aire que ha entrado en el tanque.
6. Se continúa extrayendo el aire del tanque hasta que se completa la inyección, se abre el molde para extraer el producto terminado y se cierra de nuevo el molde.



- Las válvulas 1 y 2 se abren simultáneamente después de cerrarse el molde; el aire del molde se mueve al tanque
 - Se cierra la válvula 2 cuando las válvulas 1 y 2 dan la misma lectura; a presión interior del molde cae hasta 1/1001
 - Expeler el aire remanente en el molde con la bomba a 1/1001 atmósferas
 - Después de la inyección, cerrar la válvula 1
- Abrir la válvula 2 para conectar el tanque y la bomba
- Expeler el aire desde el tanque en operación externa
- Como la bomba de vacío aspira por volumen, el interior del tanque debe

Figura 3.2 Sistema combinado

Un sistema combinado ofrece muchas ventajas. El aire que está en el molde no se absorbe simplemente durante la preparación interna. Una vez que se pasa al tanque de vacío, es extraído durante la preparación externa. Este efectivo método de crear el vacío en el molde hace una clara distinción entre preparación interna y externa.

Estandarización de funciones

Cualquier persona puede apreciar las ventajas de la estandarización de las operaciones de preparación. Una forma de alcanzar esto sería estandarizar los tamaños y dimensiones de todas las herramientas y partes de las máquinas, pero este método denominado,

estandarización de formas, es despilfarrador: los útiles se hacen mayores para acomodarse a los tamaños mayores necesarios, y los costes suben, en consecuencia.

En contraste la estandarización de funciones requiere estandarizar sólo aquellas piezas cuyas funciones son necesarias desde el punto de vista de las operaciones de preparación. Con esta filosofía, los útiles no necesitan ser mayores ni más sofisticados, y los costes se elevan solo moderadamente.

Para llevar a cabo la estandarización de funciones, éstas se analizan y consideran una por una. Las operaciones se descomponen en sus elementos básicos, como, por ejemplo, bloquear, centrar, dimensiona, soltar, amarrar y mantener cargas. El ingeniero ha de decidir cual de estas operaciones son estandarizadas y cuales son piezas que necesitan cambios.

Aunque hay muchas formas de reemplazar un brazo mecánico el procedimiento más eficaz es sustituir la menor parte que incluya la pieza que necesita ser reemplazada.

La forma de reemplazar algo es, por su puesto, no sustituir nada. Por ejemplo, una barra de avance de una prensa de transferencia lleva a cabo tres operaciones:

- Sujeta el objeto.
- Traslada al siguiente proceso.
- Vuelve la barra de avance a su posición original.

En este caso solo la función de amarrar o sujeción debe cambiar de acuerdo con la forma, dimensiones y calidad del objeto que se está manipulando: no hay necesidad de reemplazar la barra de avance completa.

De la misma forma el mecanismo de retirada de piezas de trabajo de una prensa grande puede requerir cambios que afectan al diseño de la de la garra, que sujeta la pieza y a la longitud de la barra de extracción, que la retira.

En resumen, la estandarización de funciones eficiente requiere análisis de las funciones de cada pieza de los aparatos, elementos a elemento y el reemplazo del menos número posible de piezas.

Tercera etapa: *Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.*

Después de haber concluido la primera etapa (separación de la preparación interna en externa) y la segunda (conversión de la

preparación interna en externa), se puede proceder a realizar mejoras en las operaciones elementales de la preparación.

Mejoras radicales en las operaciones de preparación externa

Las mejoras en el almacenamiento y transporte de piezas y herramientas pueden contribuir a las mejoras de las operaciones aunque no serán, en ningún caso, suficientes.

En el caso de matrices de prensas de mediano tamaño, hay disponibles equipos avanzados para transportar partes y herramientas. La “habitación de rejillas” es uno de ellos, y en ellas se emplean equipos automáticos para almacenar útiles en rejillas, tridimensionales. El transporte de útiles hasta las máquinas correspondientes se hace mediante cintas o transportadores de rodillo. Este tipo de sistemas automáticos reduce el número de horas-hombres necesarias para la preparación externa, pero no representa mejora alguna en la interna y consecuentemente no nos ayuda a alcanzar los objetivos del sistema SMED. Debe emplearse sólo cuando el control de un gran número de útiles pesados se vuelve complicado.

3.5. Aplicación del SMED en la preparación interna

La implementación de operaciones en paralelo

Las operaciones de máquinas, tales como las de moldeado de plásticos, fundición a presión o las grandes prensas, llevan asociadas invariablemente trabajos, tanto delante como detrás de la máquina. Cuando estas operaciones son realizadas por una sola persona, se malgasta continuamente movimientos mientras ésta se desplaza alrededor de la máquina.

Las operaciones en paralelo que necesitan más de un operario ayudan mucho en acelerar este tipo de trabajos. Con dos personas, una operación que llevaba doce minutos no será completada en seis minutos, sino quizás, en cuatro gracias a los ahorros de movimientos que se obtienen.

Cuando se realiza una operación en paralelo, se debe poner atención especial en evitar esperas innecesarias. Además, una operación paralela concebida pobremente puede resultar en ningún ahorro de tiempo.

Tabla 6

**TABLA DE PROCEDIMIENTOS PARA OPERACIONES EN
PARALELO**

Tarea	Tiempo (seg)	Trabajador 1	Trabajador 2	Zumbador
1	15	Descender corredera (hasta fondo punto muerto)	Prepararse a retirar pernos traseros	
2	20	Retirar pernos de montaje del frente que aseguran útil superior	Retirar pernos de montaje traseros que aseguran útil superior	si
3	30	Elevar corredera (hasta punto muerto superior)	Desconectar conmutador prensa	si
4	20	Retirar vástagos montaje mesa	Preparar aflojar pernos de montaje que aseguren útil interior	
5	60	Mover soportes mesa	Aflojar pernos de montajes que aseguran útil interior	
6	20	Enganchar cable para transporte útil mecánico	Enganchar cable para transporte útil mecánico	
7	20	Elevador	Mover útil metálico para montaje	
8	30	Posicionar útil	Posicionar útil	
9	20	Apretar pernos frente que aseguran útil inferior	Apretar pernos traseros que aseguran útil inferior	si
10	50	Mover soporte		
11	30	Colocar vástagos en soportes	Mover grúa	si
12	30	Poner correderas en punto muerto inferior	Ajustar recorrido corredera	
13	50	Apretar pernos de montaje frente que aseguran útil superior	Preparar apretar pernos de traseros que aseguran útil superior	
14	20	Elevar corredera (hasta punto muerto superior	Apretar pernos traseros que aseguran útil superior	si
15	15	Verificar acción del útil con prensa vacía	Verificar conmutadores y medidores. Fijar palanca prensa	si
16	40	Insertar material y procesar	Verificar seguridad y calidad. etc.	
	Tiempo Total 470 seg.	Problemas a observar: (1) Cables retorcidos, dañados, o rotos (2) Movimientos verticales de los útiles mientras se intercambian (3) Presencia de cualquier riesgo	Acciones a confirmar: (1) Apretados de pernos (2) Conmutador (en <<On>> o en <<Off >>) (3) Montaje vástagos soportes (4) Medidores (5) Verificación de calidad	OK si

El tema más importante al realizar operaciones en paralelas es la seguridad. Cada vez que uno de los operadores ha completado una operación elemental, debe señalarlo al otro u otros trabajadores. A veces esto puede hacerse gritando, pero en un lugar ruidoso como un taller los gritos son inaudibles y tienden a confundir. Es preferible señalar con un timbre o un silbato, habiéndose confirmado de antemano las señales de marcha y espera.

En otra variante, un operario aprieta un botón en la trasera de la máquina cuando su operación ha finalizado. Esto provoca la iluminación de una luz de confirmación en el frontal de la máquina. Después de comprobar esto, el trabajador en dicho frontal es libre de arrancar la máquina.

Puede alcanzarse mayor seguridad utilizando un mecanismo de bloqueo que prevenga la puesta en marcha de la máquina desde el frontal, a menos que el operario en la parte trasera haya accionado un interruptor de liberación.

Los directivos dicen a menudo que el tener personal insuficiente les impide realizar operaciones en paralelo. Este problema se elimina con el sistema SMED porque sólo será necesaria una asistencia de pocos minutos, e incluso pueden ayudar los trabajadores no especializados, puesto que las operaciones a realizar son simples.

La asistencia puede ser proporcionada por el operador de una máquina automática, por alguien que aproveche un tiempo en vacío entre operaciones, o por el supervisor de turno. Con un poco de inventiva pueden encontrarse muchos métodos.

La utilización de anclajes funcionales

Un anclaje funcional es un dispositivo de sujeción que sirve para mantener objetos fijos en su sitio con un esfuerzo mínimo. Por ejemplo, el *método directo de selección* se utiliza para asegurar una matriz a una prensa. Se pasa un perno a través de un orificio en la matriz y se fija a la mesa de la prensa. Si la rosca tiene quince hilos, no podrá apretarse hasta que el perno sea girado quince veces. Aunque en realidad es la última vuelta la que aprieta el perno y la primera la que lo suelta. Las restantes catorce vueltas son un despilfarro. En las preparaciones tradicionales, se despilfarran incluso más vueltas porque la longitud del perno excede la de la pieza a fijar. Más aún, quince hilos en el perno significan que una fricción quince veces mayor que será requerida para oponerse a la resistencia de afianzamiento cuando se amarre la tuerca.

Si la misión de un perno es simplemente la de sujetar o soltar, la longitud debería determinarse de modo que solo se necesite una vuelta. El perno será, en ese caso, un anclaje funcional.

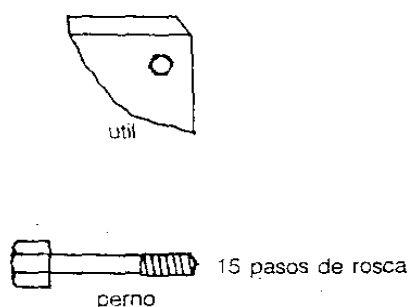


Figura 3.3 Método de anclaje directo y perno.

El método del orificio con forma de pera.

El problema implicaba aquí una gran caldera para vulcanizado. Los productos se metían en el recipiente. Entonces se cerraba la tapa y se aseguraba con los dieciséis pernos, utilizando un método de fijación directa. El gran número de pernos era necesario para soportar una presión considerable. La operación llevaba bastante tiempo porque el apretado requería girar cada perno unas treinta veces. Abrir la tapa también requería un tiempo similar, y de la misma manera, se necesitaban treinta vueltas para cada una de las dieciséis tuercas. Los movimientos necesarios para encontrar y recoger las tuercas sueltas depositadas en el lateral del recipiente convertían todo esto en una operación fastidiosa. Aunque se habían ahorrado algunos minutos utilizando un aprieta tuercas neumático, la operación sería aún incómoda.

Para mejorar esta preparación, los orificios para los pernos en la tapadera se hicieron en forma de pera de modo que cada tuerca pudiese soltarse con una vuelta.

Cuando los dieciséis pernos habían sido aflojados, la tapadera se giraba en sentido contrario a las agujas del reloj una distancia equivalente a un diámetro de perno. Esto situaba las tuercas frente al extremos más ancho de los orificios. La tapa podía retirarse ahora de inmediato con una grúa. A partir de entonces ya no fue necesario quitar las tuercas de los pernos, con lo que se eliminaba el proceso de buscarlas. En el método antiguo, las combinaciones de perno y tuerca cambiaban en cada preparación. El nuevo método resolvió también este problema (3).

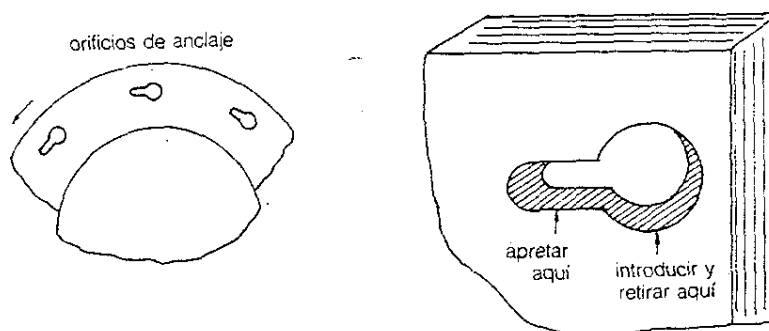


Figura 3.4 Orificios de anclaje en forma de pera

3.6. Estudios de tiempos con cronómetros

El estudio de tiempos se usa para determinar los estándares de tiempo (objetivos) para la planeación, calcular el costo, programación, contratación, evaluación de la productividad, planes de pago, etc. Los estándares de tiempo pueden determinarse por medio de varias técnicas de estudio de tiempo:

- Pueden basarse en registros históricos del tiempo, tomados en el pasado para crear la tarea. Estos cálculos de tiempos históricos pueden basarse en simples promedios aritméticos o en análisis estadísticos complicados.
- Otra técnica es el uso de estimaciones realizadas, por un individuo conocedor, del tiempo que le tomaría a un trabajador calificado efectuar el trabajo, realizándolo con un nivel de desempeño aceptable.
- Una tercera técnica es la de los tiempos determinados. Aquí las tareas son analizadas de acuerdo con el contenido de trabajo y luego se “predeterminan” los tiempos para los segmentos de trabajo que sumados hacen el tiempo total de la tarea.
- La cuarta técnica y la de mayor uso es la técnica del estudio de tiempo con cronómetro.

El estudio de tiempo con cronómetro fue creado por Frederick W. Taylor antes del siglo veinte y ahora se utiliza en todo el mundo para determinar el tiempo requerido para hacer un trabajo.

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando al un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado.

Herramientas del estudio de tiempos con cronómetro.

El equipo de cronometraje utilizado para hacer un estudio de tiempo varía ampliamente. Es deseable que el estudio de tiempos sea exacto, comprensible y verificable. Las herramientas utilizadas en el estudio de tiempos pueden ayudar o impedir al analista el logro de esos requisitos. Algunas de las herramientas esenciales, necesarias para el analista en la realización de un buen estudio de tiempos incluye:

1. Reloj para el estudio de tiempo, con pantalla digital (electrónico) o cronómetro manual (mecánico).
2. Tablero de apoyo con sujetador.

3. Forma para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
4. Lápiz.
5. Cinta métrica, regla o micrómetro: según sean las distancias involucradas y la precisión con la que se necesiten medir.
6. Estroboscopio: para medir el ritmo de las máquinas y equipos.
7. Calculadora o computadora personal: para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

Procedimiento del Estudio de Tiempos

Una vez que se ha establecido el método, estandarizado las condiciones y los operarios se ha capacitado para seguir el método aprobado, el trabajo está listo para un estudio de tiempos con cronómetro.

Selección del operario. El operario estudiado es muy importante. Por esta razón, hacer un estudio de tiempos sobre el operario equivocado se puede:

- Duplicar la dificultad para hacer el estudio y
- Disminuir la exactitud del estándar.

El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo, y que use el método aprobado. Si el analista en estudio de tiempos aplica correctamente el procedimiento de valoración del desempeño, puede llegar al mismo estándar de tiempo final dentro de ciertos límites prácticos, aún cuando el operario trabaje de prisa o despacio. Sin embargo, desde cualquier punto de vista, es mejor si el estándar cronometrado se basa en observaciones de un trabajador efectivo y cooperativo que trabaje a un nivel de desempeño aceptable.

Muestre los métodos de trabajo y las lecturas del estudio de tiempos. El estudio de tiempos no debe ser considerado como un documento secreto confinado al uso del analista. Debe ser un registro exacto de datos informativos que cubren la mejor y más eficiente manera de hacer el trabajo bajo las condiciones esperadas cuando el trabajo se esté efectuando. Debe ser un conjunto de instrucciones que la pueden utilizar los supervisores y el personal encargado de preparar la realización del trabajo y también los trabajadores al desempeñar sus trabajos.

Los resultados completos del estudio deben mostrarse al operario y al supervisor. Todos los detalles se deben discutir libremente con ellos; se deben hacer estudios de comprobación sobre cualesquiera

de los elementos que puedan cuestionarse, y también se debe hacer un esfuerzo para responder por completo a cualquier pregunta relacionada con el estudio. La más leve muestra del misterio o de ocultamiento de datos, lleva a la desconfianza y a las actitudes de “nosotros contra ellos” que perjudican, tanto al estudio como a las condiciones del trabajo.

Explicación al Operario y al Supervisor. La manera de abordar al operario desde el principio del estudio es importante. El analista debe ser cortés y sincero, mostrar reconocimiento y respeto por los problemas del operario. El analista debe ser franco al tratar con el operario sobre asuntos de las operaciones que van a estudiarse y sobre los estudio de tiempo. El analista bese ser capaz de explicar en términos claros y sin tecnicismos, todos los pasos del procedimiento real de cronometraje. El analista debe ser abierto y no ocultar nada. Todo el esfuerzo por ocultar los estudios de cronometraje pueden ser contraproducentes pues crean desconfianza en el analista y causan que el operario participe en el juego de engañar al analista.

El analista debe permanecer a un lado del operario, a menos que las tareas de este último necesiten movimientos laterales para realizar el trabajo. El analista nunca debe permanecer directamente atrás del

operario mientras realiza el estudio, pues esta práctica hace que el operario se sienta inquieto y receloso sobre lo que ocurre a sus espaldas (4).

CAPÍTULO 4

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES ANTES DEL ANÁLISIS

El proceso de cambio de molde inicia desde el momento en que se para la máquina y termina cuando se produce la primera unidad. Para objeto del análisis se lo ha dividido en tres etapas que son:

- Desmontaje del molde
- Montaje del molde y
- Regulación de máquina.

4.1 Desmontaje de molde

El desmontaje de moldes involucra varias operaciones e inicia desde el momento en que se para la máquina y termina cuando el molde saliente es colocado en la bodega de moldes.

Una vez que se ha cumplido la producción con el molde saliente el operador para la máquina e informa al supervisor del área y este a su vez les comunica a los mecánicos para dar inicio al cambio de molde.

Estos inician el trabajo colocando cáncamos y cadenas al moldes saliente. Estos cáncamos y cadenas sirven como sistema de sujeción entre el molde y el tecla eléctrico o mecánico. Esta operación en ocasiones se la suele realizar después, pero en generalmente se la realiza al inicio.

Luego se prosigue con la desconexión del sistema eléctrico. En algunos casos los moldes trabajan con un sistema eléctrico, especialmente cuando los moldes tienen varios puntos de inyección. Este sistema eléctrico es utilizado básicamente para mantener calientes los canales de distribución del material y de esta manera se evita que el material se solidifique dentro de los canales. El sistema eléctrico funciona por medio de resistencias el cual es conocido como sistema de calefacción, estas resistencias están unidas por varios cables colocándoles pedazos de cinta aislante; para la desconexión de las resistencias se debe desconectar cable por cable.

Posteriormente se procede a la desconexión del sistema de refrigeración o de enfriamiento. El sistema de refrigeración esta conformado por un sistema de mangueras que tienen entradas y salidas de agua helada y templada de la máquina hacia el molde. Este sistema de refrigeración que es el que ayuda a que el material plástico caliente se enfríe al entrar en el molde, hasta que llegue a solidificarse y alcanzar la rigidez necesaria para poder extraer la pieza. El sistema de mangueras está sujeto al molde por medio de alambres y neplos. Los últimos son enroscados en las entradas y salidas de agua del molde y a su vez las mangueras se agarran a los neplos por medio de los alambres.

Luego se procede a desconectar el sistema de expulsión. Existen tres tipos de sistemas de expulsión:

- Sistema hidráulico.- Al igual que el sistema eléctrico no todos los moldes cuentan con este sistema, lo tienen aquellos moldes con los que se producen artículos grandes. Este sistema sirve para hacer accionar los botadores. Los botadores son una especie de pines que sirven para expulsar el artículo del molde, estos se accionan solo cuando el molde está abierto, es decir, después de la inyección.

- Sistema mecánico.- Solo el sistema mecánico está incorporado al molde y por ende no es necesario desconectar. Existen dos tipos de sistemas mecánicos para expulsar los artículos del molde, estos son el de resorte y el de prensa, el primero se basa en la acción de un resorte que sirve para expulsar el artículo y el segundo se basa en la acción de una varilla llamada botador, este es accionado por la máquina y hace trabajo en el sistema de extracción del molde.
- Sistema neumático.- Sirve para artículos pequeños de poca masa. Este se basa en la acción de dos pistones neumáticos.

Luego de desconectar el sistema de expulsión se verifica que la boquilla del cañón, por donde pasa el material, sea la adecuada para el nuevo molde, cuando la boquilla no es la adecuada se realiza el cambio de boquilla.

Paralelamente al cambio de boquilla se realiza la colocación de los cáncamos y cadenas al molde entrante y al igual que el caso anterior este sistema sirve como sistema de sujeción entre el molde y el tecele.

Luego se continúa con el desajuste de las platinas de sujeción y supe. Las platinas de sujeción sirven para sostener el molde a la máquina, estas están ancladas por medio de pernos a la prensa de la máquina, esta operación se realiza en forma manual con la ayuda de

una llave de tuerca haciendo palanca con un tubo. Los suples solo se utilizan en el caso de moldes grandes para lograr un mejor ajuste entre la máquina y el molde.

Posteriormente se procede a retirar el molde saliente con el tecla. Para realizar esta operación se cuenta con tres (3) tecles eléctricos tipo puente para las máquinas de mayor tamaño (alto consumo); dos (2) automático y uno (1) semiautomático. Dos (2) tecles tipo puente automáticos para las máquinas de tamaño mediano (mediano consumo) y cinco (5) mecánicos tipo caballete para las máquinas de menor tamaño (bajo consumo). Luego que el molde es retirado de la máquina es transportado hasta un espacio dentro de la planta destinado para almacenar moldes, este espacio es solo para moldes grandes. Cuando se hacen cambios de moldes pequeños estos son colocados a un extremo de la máquina para luego del cambio ser transportado a la bodega de moldes.

Como se mencionó anteriormente, para los moldes de las máquinas de alto consumo se suelen utilizar los suples, estos también son retirados de la máquina luego de bajar el molde. Esta operación se la realiza con el tecla.

4.2 Montaje del molde

El montaje y el desmontaje son similares, ya que se utilizan las mismas herramientas e involucran la realización de operaciones similares. El montaje del molde se inicia con la colocación del molde en la máquina y termina cuando se ha regulado la máquina; si el cambio lo requiere, cuando se van a utilizar moldes grandes, el montaje inicia con la colocación de los suples en la máquina.

Una vez que el molde es colocado en la máquina se prosigue con la el amarre de este a la máquina. Esto se lo realiza por medio de platinas y pernos. La herramienta se utiliza es una llave de tuercas y se hace palanca con un tubo ya que esta operación se la realiza manualmente.

Una vez que el molde está agarrado al molde se prosigue con la conexión del sistema de enfriamiento, como se mencionó anteriormente este está conformado por un sistema de mangueras que tienen entradas y salidas de agua de la máquina hacia el molde. La conexión del sistema de refrigeración se la realiza por medio de alambres enroscados en las entradas y salidas de agua del molde y a su vez las mangueras se agarran a los neplos.

Posterior a la conexión del sistema de refrigeración se prosigue a retirar las cadenas y los cáncamos del molde entrante y paralelamente a esta operación se inicia con la operación de conexión del sistema de expulsión. En esta operación se conecta el sistema hidráulico o el sistema neumático según sea caso. Como se dijo anteriormente no todos los moldes cuentan con uno de estos sistemas, algunos moldes cuentan con un sistema de expulsión del artículo mecánico y este no es necesario conectarlo ya que este sistema está incorporado al molde.

Luego se prosigue con la prueba de fugas del sistema de refrigeración, esto consiste en hacer pasar agua por las mangueras para observar si existe alguna fuga de agua. De existir esta se procede a hacer el ajuste correspondiente de la conexión.

Una vez realizados todos los ajustes correspondientes al sistema de refrigeración se procede a la conexión del sistema eléctrico, que es la colocación de las resistencias al molde. Estas resistencias son conectadas por medio de la unión de varios cables colocándoles pedazos de cinta aislante; cada cable es unido al otro uno por uno.

Finalmente se realiza el calentamiento de la boquilla, esto se lo realiza por medio de una antorcha, la cual es sostenida por una persona hasta que esta esté al rojo vivo.

4.3 Regulación

La última etapa del proceso de cambio de molde es la regulación de la máquina. Esta consiste en la ajustar ciertos parámetros o condiciones mínimas de trabajo de la máquina.

Entre los parámetros más importantes que se regulan tenemos: la presión del cilindro de calefacción, la presión de inyección, presión de sostenimiento, la temperatura, el tiempo de moldeo que comprende: el tiempo de inyección, el tiempo de enfriamiento del artículo moldeado, el tiempo durante el cual está el molde abierto.

Todas estas variables están íntimamente relacionadas y es difícil lograr un ajuste rápido de todas estas variables para obtener piezas moldeadas de buena calidad y es importante mencionar que estos parámetros dependen mucho de las condiciones atmosféricas.

Por ello es importante que el operador o la persona que valla a regular la máquina tenga un conocimiento claro de cada uno de estos parámetros y así también conozca bien el funcionamiento básico de la maquina, de manera que la operación se la realice en el menor tiempo posible.

4.4 Diagrama de Flujo de Proceso

A continuación en la tabla 6 se muestra el diagrama de flujo general de cambio de molde. Es importante mencionar que algunas operaciones no se las realiza en todas los cambios ya que depende del molde a montar o ha desmontar.

Tabla 7

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE CAMBIO DE MOLDE ANTES
DEL ANÁLISIS**

No.	Actividad	Gráfico					
		○	□	→	⬮	▽	⊗
1	Poner cáncamos y cadena a molde saliente	○	□	→	⬮	▽	⊗
2	Desconectar sistema eléctrico	○	□	→	⬮	▽	⊗
3	Desconectar sistema de refrigeración	○	□	→	⬮	▽	⊗
4	Desconectar sistema de expulsión	○	□	→	⬮	▽	⊗
5	Cambio Cañón o boquilla	○	□	→	⬮	▽	⊗
6	Colocar cáncamos y cadena a molde entrante	○	□	→	⬮	▽	⊗
7	Sacar neplós a molde saliente	○	□	→	⬮	▽	⊗
7	Aflojar platinas de sujeción y suple	○	□	→	⬮	▽	⊗
8	Bajar molde	○	□	→	⬮	▽	⊗
9	Sacar suples de la máquina	○	□	→	⬮	▽	⊗
10	Subir molde a máquina	○	□	→	⬮	▽	⊗
11	Sujetar molde a máquina	○	□	→	⬮	▽	⊗
12	Conectar sistema de enfriamiento	○	□	→	⬮	▽	⊗
13	Retirar cadena y cáncamos de molde entrante	○	□	→	⬮	▽	⊗
14	Conectar sistema de expulsión	○	□	→	⬮	▽	⊗
15	Prueba de fuga de agua	○	□	→	⬮	▽	⊗
16	Prueba del sistema con aire	○	□	→	⬮	▽	⊗
17	Conectar sistema eléctrico	○	□	→	⬮	▽	⊗
18	Calentar cañón o boquilla	○	□	→	⬮	▽	⊗
19	Regulación	○	□	→	⬮	▽	⊗

4.5 Estudio de Tiempos y Movimientos de cambio de Molde

Como se mencionó anteriormente el estudio de tiempo nos permitirá determinar el tiempo estándar para el cambio de molde y al mismo tiempo analizaremos cuales son las operaciones que tienen mayor impacto en el tiempo total de cambio de molde, esto nos dará a conocer sobre cuales operaciones debemos enfocar todo el análisis.

Por la cantidad y variedad de artículos que se producen se ha escogido los cambios de molde que más tiempo toman y los que se realizan con mayor frecuencia y así también para identificar en cual de las áreas de inyección enfocar el análisis se recabó información de años anteriores, esta información considera los tiempos y frecuencia de cambio de molde en cada una de las áreas de inyección (alto, mediano y bajo consumo).

A continuación en la tabla 7, se muestra los datos recabados desde el año 2000 hasta julio 2001.

Tabla 8

TIEMPOS Y FRECUENCIA DE CAMBIO POR ÁREA

	Minutos Totales por Mes			Minutos Promedios por Mes			Frecuencia por Mes		
	Alto consumo	Mediano Consumo	Bajo Consumo	Alto consumo	Mediano Consumo	Bajo Consumo	Alto consumo	Mediano Consumo	Bajo Consumo
Ene-00	7770	16733	6685	259	141	88	30	119	76
Feb-00	5035	18020	8609	180	151	96	28	119	90
Mar-00	8450	19260	9205	192	138	77	44	140	119
Abr-00	10510	15133	5421	256	147	82	41	103	66
May-00	12565	16190	6075	279	149	73	45	109	83
Jun-00	12235	21921	8432	255	149	77	48	147	110
Jul-00	7415	12916	7080	265	144	80	28	90	88
Ago-00	8465	17450	8349	217	126	80	39	139	104
Sep-00	9978	10245	5264	232	110	68	43	93	77
Oct-00	5440	7165	5307	209	116	66	26	62	81
Nov-00	9007	8375	3494	220	125	78	41	67	45
Dic-00	11075	11985	4917	217	113	65	51	106	76
Ene-01	5741	10912	4250	221	115	71	26	95	60
Feb-01	7270	12895	4815	242	123	75	30	105	64
Mar-01	6814	9931	3087	206	114	63	33	87	49
Abr-01	6070	7828	3885	209	102	64	29	77	61
May-01	6690	13096	4541	231	115	66	29	114	69
Jun-01	9603	15255	6845	178	106	66	54	144	103
Jul-01	9190	13233	5735	200	114	61	46	116	94
Ago-01	8814	13755	6373	205	107	63	43	129	101
Sep-01	3630	4445	2821	182	91	51	20	49	55
Total 2000	107945	175393	78838	2781	1607	930	464	1294	1015
Total 2001	63822	101350	42352	1874	986	580	310	916	656

Como podemos darnos cuenta las áreas de mayor impacto por el tiempo total de cambio de molde son alto y mediano consumo y las áreas de mayor impacto en cuanto a la frecuencia de cambio de molde son las áreas de mediano y bajo consumo. A base de estos resultados se consideró analizar las tres áreas.

El número de cambios de moldes analizado fue cincuenta (50), de los cuales ocho (8) corresponden al área de alto consumo (máquinas y moldes grandes), veinticuatro (24) corresponden al área de mediano consumo (máquinas y moldes de tamaño mediano) y dieciocho (18) corresponden al área de bajo consumo (máquinas y moldes de tamaño pequeño). Distribuido de esta manera por el porcentaje de cambios de moldes que representan cada una en el total de cambios de moldes al mes.

Tabla 9
DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE CAMBIOS DE MOLDE POR
ÁREA A ESTUDIAR

	Alto consumo	Mediano Consumo	Bajo Consumo	Total
Promedio de cambios de moldes mensual	37	105	80	222
% de cambio de molde	17%	47%	36%	100%
# de cambios de moldes a estudiar	8	24	18	50

Para la realización de los estudios de tiempos nos apoyamos en la filmación de un cambio de molde, esto sirvió para determinar las operaciones y a su vez para analizar la conversión de operaciones internas en externas.

Para la determinación de las operaciones se realizó una reunión con los involucrados en el proceso y los directivos de la compañía. Una vez que se habían determinado las operaciones se procedió a la toma de los tiempos con cronometro a base del procedimiento anteriormente descrito.

A continuación se presentan las tablas con los dieciséis (16) estudios de tiempos de cambios de molde más relevantes; estos se escogieron por el tiempo total cronometrado, por la ocurrencia de operaciones fortuitas dentro de cada cambio y los que presentaron la mayor cantidad de problemas. En el cuerpo de la tesis se presentan ocho (8) estudios y los ocho (8) estudios restantes se presentan en el Apéndice A.

En cada tabla se clasifican las operaciones en internas y externas y se presentan el número de personas que realizan este proceso, el número de horas hombre y el número de horas máquina requerida y los tiempos desperdiciados por búsquedas de personas, herramientas.

Tabla 10

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE SILLA PERUGIA

Sale Kaveta Robusta Kalada 32 cm rombo Máquina: 1000 B Fecha: 13 de diciembre de 2001

Entra Silla Perugia Responsable del cambio Pedro Avila Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 4

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E		09:26	09:30	00:04	1	00:04		
2	Desconectar sistema eléctrico	I	1	09:27	09:29	00:02	2	00:04		
3	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	09:23	09:41	00:18	3	00:54		Se regaba aceite
4	Desconectar sistema hidráulico	I		09:32	09:41	00:09	1	00:09		
5	Colocar cáncamos a molde saliente	E	4	09:32	09:36	00:04	1	00:04		
6	Cambio Cañon	I	4	09:39	10:47	01:08	1	01:08	A	El operador deja de hacer esta operación a las 9:50 y continúa las 9:57
7	Aflojar platinas de sujeción y suple	I	6	09:42	09:47	00:05	2	00:10		
8	Conectar sistema hidráulico	I		09:50	13:00	03:10	3	09:30		A las 9:53 por falta de energía se detiene la operación, se retoma a las 12:57
9	Colocar araña hidráulica	I	8	09:50	09:59	00:09	2	00:18		
10	Bajar molde	I		10:28	10:40	00:12	2	00:24		Se empuja molde para poder trasladarl, necesarias 4 personas,6min/pers.
11	Sacar suples de la máquina	I		10:42	11:16	00:34	4	02:16		A las 11:16 se da la orden de no bajar el suple y vuelve a sujetarlo
12	Retirar cáncamos a molde saliente	E		10:51	10:52	00:01	2	00:02		A las 10:41 se desconecta la fuente de energía del teclé (10 min)
13	Conectar sistema eléctrico	I		11:22	12:12	00:50	1	00:50		A las 10:47 se detiene todo por falta de teclé se inicia a las 11:22
14	Subir molde a máquina	I	13	11:23	11:46	00:23	4	01:32	A	Para poder trasladar el molde fueron necesarias 4 personas les toma 10 min
15	Sacar neplos a molde saliente	E	14	11:35	11:38	00:03	2	00:06		
16	Sujetar molde a máquina	I		11:46	12:00	00:14	4	00:56	A	Una persona fue a buscar la platina le tomo 3 min. traerla
17	Retirar cadena y cáncamos	E		12:00	12:03	00:03	1	00:03		
18	Abrir prensa	I		12:03	12:05	00:02	1	00:02		
19	Conectar sistema de enfriamiento	I		12:06	13:14	01:08	2	02:16		A las 12:46 se retira una persona, regresa a las 12:51
20	Prueba del sistema con aire	I	19	13:12	13:14	00:02	1	00:02		
21	Prueba de fuga de agua	I		13:14	13:23	00:09	2	00:18		
22	Cambio de Acople	I		13:29	13:39	00:10	1	00:10		Hubo una fuga de aceite se daño el acople
23	Regulación	I		13:40	15:11	01:31	2	03:02		Una de las mangueras del sistema hidráulico estaba mal conectada
							10:31	Total	24:20	

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 11

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE LAVACARA ACUARIO

Sale Tapa de cesto multicontainer

Máquina: MIR 520

Fecha: 18 de diciembre del 2001

Entra Lavacara Acuario de 14 lt

Responsable del cambio: Segundo Chimpantiza

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		11:03	11:08	00:05	2	00:10		
2	Colocar cáncamos a molde saliente	E		11:08	11:14	00:06	1	00:06		
3	Aflojar platinas de sujeción y suple	I		11:14	11:19	00:05	3	00:15		
4	Bajar molde	I		11:19	11:24	00:05	1	00:05		
5	Aflojar botadores	I	4	11:20	11:22	00:02	2	00:04		
6	Ajustar parámetros de máquina	I	4	11:22	11:24	00:02	1	00:02		
7	Subir molde a máquina	I		11:24	11:30	00:06	1	00:06		
8	Retirar cáncamos a molde saliente	E	7	11:27	11:29	00:02	1	00:02		
9	Cambio de Boquilla	I	8	11:27	11:29	00:02	1	00:02		
9	Sujetar molde a máquina	I		11:30	11:38	00:08	3	00:24		
10	Retirar cáncamos a molde entrante	E	9	11:37	11:40	00:03	1	00:03		
11	Abrir prensa	I		11:40	11:41	00:01	1	00:01		
12	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:41	11:51	00:10	2	00:20		
13	Colocar manguera de aire arriba del molde	I	12	11:41	11:47	00:06	1	00:06		
14	Conectar sistema de aire	I		11:51	11:54	00:03	2	00:06	A	Hacia falta una manguera le toma 1 minuto buscarla
15	Prueba de fuga de agua	I		11:54	11:58	00:04	2	00:08		
16	Regulación	I		11:58	12:26	00:28	1	00:28		
17	Calentar boquilla	I	16	12:07	12:11	00:04	1	00:04		
18	Recambiar boquilla	I	16	12:14	12:21	00:07	1	00:07		
19	Calentamiento de boquilla cambiada	I	16	12:21	12:23	00:02	1	00:02		
										De 11:23 a 11:25 dos personas no hacen nada
										11:40 Molde estaba rayado
										De 11:47 a 11:50 no hace nada una persona
										11:50 deja el cambio de molde una persona
						01:51	Total	02:41		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 12

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE SILLA ITALIANA

Sale Bañera Grande Nueva Máquina: VH-850 Fecha: 20 de diciembre del 2001
 Entra Silla Italiana Responsable del cambio Carlos Lara Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 4

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Colocar cáncamos a molde entrante	E		11:47	11:56	00:09	1	00:09		
2	Desconectar sistema de agua	I		11:56	12:02	00:06	3	00:18		El molde saliente estaba en mal estado y se espero por 4 min. sin hacer nada
3	Colocar cáncamos a molde saliente	E	1	11:59	12:01	00:02	1	00:02		
4	Desconectar sistema de aire	I	1	12:00	12:02	00:02	1	00:02		
5	Cerrar prensa	I		12:06	12:07	00:01	1	00:01		
6	Aflojar platinas de sujeción y suple	I		12:07	12:13	00:06	3	00:18		
7	Bajar molde	I		12:13	12:18	00:05	1	00:05		
8	Sacar Suples	I		12:18	12:31	00:13	3	00:39		
9	Subir molde a máquina	I		12:31	12:38	00:07	1	00:07		
10	Sujetar molde a máquina	I		12:39	12:59	00:20	4	01:20	A	Una persona deja esta operación 2 min. antes de que termine la misma
11	Retirar cáncamos a molde saliente	E	10	12:55	12:59	00:04	1	00:04		
12	Abrir prensa	I		12:59	13:03	00:04	2	00:08		
13	Conectar sistema de enfriamiento	I		13:03	13:42	00:39	2	01:18		
14	Conectar sistema de aire	I	13	13:08	13:10	00:02	1	00:02		
15	Colocar cilindro hidráulico	E	13	13:11	13:30	00:19	2	00:38	A	Buscan una herramienta les toma 3 min a c/u en total de min. hombre son 6
16	Conectar sistema hidráulico	I	13	13:35	13:48	00:13	2	00:26		Quedó mal instalado tiene que volverse a ajustar.
17	Prueba de fuga de agua	I		13:48	14:04	00:16	2	00:32		
18	Conectar sistema eléctrico	I		14:25	16:00	01:35	1	01:35		Desde las 13:48 se le aviso al electricista encargado del área que ya podía realizar las conexiones, desde este momento hasta las 14:25 no se hizo nada. No tenia las herramientas completas le faltaban unos micros se tuvo que hacer una solicitud esto toma 14 min.
19	Regulación	I	1	16:08	18:30	02:22	1	02:22		
						06:45	Total	10:06		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 13

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE KAVETA ROBUSTA 32 cm.

Sale Kaveta Industrial Cónica Base Perforada Máquina: VH-725 Fecha: 04 de enero del 2002
 Entra Kaveta Robusta 32 cm Cerrada total Responsable del cambio Segundo Chimpantiza Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		15:36	15:48	00:12	2	00:24	B	Se busca al electricista para desconectar micros le toma 2 min.
2	Desconectar sistema eléctrico	I	1	15:43	15:58	00:15	1	00:15	A	Esta operación la realiza el electricista, buscar la herramienta le toma 9 min.
3	Poner a molde saliente anticorrosivo	I		15:44	15:47	00:03	1	00:03		
4	Colocar cáncamos a molde saliente	E	1	15:45	15:50	00:05	1	00:05		
5	Desconectar sistema hidráulico	I	2	15:48	15:51	00:03	2	00:06		
6	Cierra el molde	I		15:52	15:54	00:02	1	00:02		
7	Colocar cadena a molde saliente	E		15:54	16:01	00:07	1	00:07		
8	Sacar neplios de abajo	I		15:57	15:59	00:02	1	00:02		
9	Aflojar platinas de sujeción y suple	I		16:05	16:21	00:16	2	00:32		Una persona no hace nada durante la operación, hay 16 min desperdiciados
10	Bajar molde	I		16:22	16:26	00:04	3	00:12		
11	Retirar cáncamos a molde saliente	E		16:27	16:28	00:01	1	00:01		
12	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E		16:28	16:30	00:02	1	00:02		
13	Ajustar parámetros de máquina	I		16:30	16:35	00:05	1	00:05		
14	Subir molde a máquina	I		16:31	16:41	00:10	2	00:20		
15	Sujetar molde a máquina	I		16:41	17:16	00:35	3	01:45	A	Una persona busca pernos para platinas 10 min, este tiempo los demás no hacen nada
16	Retirar cadena y cáncamos a molde entrante	E	10	17:12	17:14	00:02	1	00:02		
17	Abrir prensa	I		17:14	17:19	00:05	1	00:05		
18	Conectar sistema hidráulico	I		17:19	17:23	00:04	2	00:08		
19	Conectar sistema de enfriamiento	I		17:24	18:03	00:39	3	01:57	A,B	Buscan alambre, esto toma 2min; se busca al electricista le toma 9 min
20	Conectar sistema neumático	I		18:05	18:12	00:07	2	00:14		
21	Conectar sistema de calefacción	I	20	18:09	18:35	00:26	2	00:52		Esta Operación la realizan dos electricistas (este personal no es de cambio mol.)
22	Conectar sistema eléctrico	I		18:27	18:47	00:20	1	00:20		En esta operación también se realiza la prueba de los mismo toma 9 min.
23	Calentamiento de resistencia	I		18:47	19:20	00:33	1	00:33		Mientras se está calentando solo esta una persona, el regulador
24	Regulación	I		19:20	22:00	02:40	1	02:40		Durante la regulación se presento fugas de agua en los sist. de enfriamiento
										El cambio de molde estaba programado para las 13:30 y porque el molde entrante no estaba listo se retrazo el cambio
						06:58	Total	10:52		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 14

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE PALLET

Sale Butaka Queen

Máquina: 1600

Fecha: 11 de enero del 2002

Entra Pallet

Responsable del cambio Carlos Lara

Elaborado por: Edmundo Castro

Cantidad de personas: 1

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		09:50	10:09	00:19	1	00:19		
2	Cierre de puerta de máquina	I		10:09	10:10	00:01	1	00:01		
3	Desconectar sistema hidráulico	I		10:10	10:16	00:06	1	00:06	A	Se busca grillete de 10:16 y regresa 10:19; 3 min.
4	Colocar cáncamos a molde saliente	E		10:19	10:29	00:10	1	00:10		Se retrasa la operación por que esta solo y tiene que subir la cadena que pesa bastante
5	Sacar conectores de cilindro hidráulico	I	4	10:21	10:23	00:02	1	00:02		
6	Aflojar platinas de sujeción	I		10:29	10:42	00:13	2	00:26		
7	Sacar mangueras de sistema hidráulico	I		10:42	10:45	00:03	1	00:03		
8	Abrir prensa (para aflojar molde)	I		10:45	10:47	00:02	1	00:02		
9	Bajar molde	I		10:47	10:52	00:05	2	00:10		
10	Retirar cáncamos y cadena a molde saliente	I		10:52	10:53	00:01	1	00:01	A	Se busca cáncamos de 10:53 a 10:57; se pierden 4 min. en buscarlos
11	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E		10:57	11:03	00:06	1	00:06		
12	Subir molde a máquina	I		11:03	11:19	00:16	1	00:16		Se saca anillo de centración de molde toma 4 min.
13	Distanciar platinas de sujeción	I	12	11:08	11:10	00:02	1	00:02		
14	Desconectar distribuidor hidráulico	I	12	11:10	11:13	00:03	1	00:03		
15	Ajustar apertura de prensa	I		11:19	11:28	00:09	1	00:09		
16	Sujetar molde a máquina (lado hembra)	E		11:28	11:45	00:17	1	00:17		
17	Colocar botadores	I		11:45	13:35	01:50	2	03:40	A	Se pierde tiempo buscando los botadores 2 min. y este estaba dañado, se trabajo con 2 botadores menos y esto genero problemas se pierden 60 min. y se mandan a reparar
18	Instalar equipo de gas	I		13:30	16:32	03:02		00:00		
19	Ajustar platinas de sujeción (lado móvil)	I		13:35	14:28	00:53	2	01:46		A las 14:15 se suma 1 persona a esta operación
20	Abrir prensa (con molde entrante)	I		14:28	14:30	00:02	1	00:02		
21	Ajustar platinas de sujeción	I		14:30	14:35	00:05	2	00:10		
22	Sacar cáncamos de molde entrante	I		14:35	14:36	00:01	1	00:01		
23	Conectar Sistema de enfriamiento	I		14:36	15:54	01:18	2	02:36		
24	Conectar Sistema de eléctrico	I		15:43	15:47	00:04	1	00:04		
25	Se prueba extracción de molde	I		16:32						Hubo problemas con la extracción ya que salía pero no entraba, faltan 2 botadores, botadores en mal estado NO SE PUDO REGULAR 3 DÍAS
							09:10	Total	10:32	

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 15

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE KAVETA ROBUSTA

Sale Guarda Todo Mediano Máquina: VD - 700 Fecha: 07 de enero del 2002

Entra Kabeta Robusta Responsable del cambio Pedro Avila Elaborado por: Edmundo Castro

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-máq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		16:55	17:02	00:07	2	00:14		
2	Desconectar sistema de aire	I		16:58	17:02	00:04	1	00:04		
3	Poner a molde saliente anticorrosivo	I		17:02	17:05	00:03	2	00:06		
4	Aflojar platinas de sujeción	I	5	17:05	17:19	00:14	2	00:28		Se para la operación durante 7 min, en este tiempo no se nada
5	Colocar cáncamos y cadena a molde saliente	E	4	17:07	17:14	00:07	1	00:07		
6	Bajar molde	I		17:19	17:25	00:06	1	00:06		Daba problemas un acople, por que estaba tomado
7	Retirar cáncamos a molde saliente	E	8	17:25	17:27	00:02	1	00:02		
8	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E	7	17:26	17:29	00:03	1	00:03		
9	Subir molde a máquina	I		17:29	17:35	00:06	1	00:06		Durante esta operación las otras personas no realizan ninguna actividad
10	Colocar neplós en la parte inferior del molde	E		17:30	17:31	00:01	2	00:02		
11	Sujetar molde a máquina	I		17:35	17:55	00:20	3	01:00		
12	Retirar cáncamos a molde saliente	E		17:46	17:48	00:02	1	00:02		
13	Abrir prensa	E		17:55	17:56	00:01	1	00:01		
14	Colocar acoples de aceite	I		17:56	17:59	00:03	1	00:03		
15	Cambio de boquilla	I		17:58	18:10	00:12	1	00:12	A	Busca la boquilla le toma 9 min hacerlo.
16	Conectar sistema de enfriamiento	I		17:59	18:32	00:33	3	01:39		
17	Sopletear ducto de agua	I		18:10	18:12	00:02	1	00:02		
18	Conectar sistema hidráulico	I		18:11	18:25	00:14	1	00:14		
19	Conectar sistema eléctrico	I		18:24	20:30	02:06	1	02:06		Hubo el cambio de turno la operación se paraliza a las 18:45 retorna 19:0
20	Probar sistema de agua	I		18:32	18:36	00:04	1	00:04		
21	Regulación	I		20:30	22:30	02:00	1	02:00		
							06:30	Total	08:41	

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 16

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE TAPA BIDÓN

Sale Legumbrera Práctica

Máquina: MIR 520

Fecha: 17 de enero del 2002

Entra Tapa de Bidón

Responsable del cambio Segundo Chimpanza

Elaborado por: Edmundo Castro

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-máq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		09:33	09:42	00:09	1	00:09		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	09:38	09:56	00:18	1	00:18	A	Se busca herramienta por 4 min
3	Desconectar sistema de aire	I	2	09:50	09:53	00:03	1	00:03		
4	Colocar cáncamos y cadena a molde saliente	E	3	09:51	09:52	00:01	1	00:01		
5	Desconectar sistema hidráulico	I	2	09:55	09:57	00:02	1	00:02		
6	Cerrar prensa	I		09:58	09:59	00:01	1	00:01		
7	Aflojar platinas de sujeción	I		09:59	10:10	00:11	2	00:22	B	Una persona no hace nada por 2 min. Luego busca electricista toma 2 min
8	Bajar molde	I		09:10	10:17	01:07	1	01:07		
9	Retirar cáncamos a molde saliente	E		10:18	10:19	00:01	1	00:01		
10	Colocar cáncamos y cadena a molde entrante	E		10:19	10:22	00:03	1	00:03		
11	Subir molde a máquina	I		10:22	10:29	00:07	1	00:07		
12	Sujetar molde a máquina	I		10:29	10:52	00:23	2	00:46		
13	Poner Botadores	I		10:37	10:43	00:06	1	00:06		
14	Ajustar parámetros de máquina	I		10:52	12:13	01:21	1	01:21		Se retrasa la operación por los botadores están mal puesto
15	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:35	12:35	01:00	1	01:00		
16	Conectar sistema de aire	I		11:55	11:59	00:04	1	00:04	A	Se busca herramienta por 2min
17	Aflojar platinas de sujeción	I		11:19	11:23	00:04	2	00:08	B	Se tuvieron que aflojar nuevamente por el problema de los botadores, 2min
18	Sujetar molde a máquina	I		12:04	12:12	00:08	2	00:16		Se trata de solucionar el problema desde las 11:25 hasta las 11:34
19	Pruebas de sistema de enfriamiento	I		12:35	12:39	00:04	1	00:04		
20	Pruebas de sistema de aire	I		12:39	12:40	00:01	1	00:01		
21	Regulación	I		12:40	13:15	00:35	1	00:35		Se pierden 2 min en ir a ver material para inyectar
						05:49	Total	06:35		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 17

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE CESTO LIDER

Sale Mesa capry Máquina: 3000A Fecha: 21 de enero del 2002

Entra Cesto lider Responsable del cambio : José Rayo Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 1

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		15:07	15:15	00:08	2	00:16		
2	Desconectar sistema eléctrico (boquilla)	I	1	15:08	15:20	00:12	1	00:12		Esta operación la realiza un electricista
3	Desconectar sistema de aire	I	1	15:08	15:09	00:01	1	00:01		
4	Colocar cáncamos a molde saliente	E	1	15:09	15:17	00:08	1	00:08		Se retrasa la operación porque no encuentra el centro de gravedad del molde 5 min
5	Poner a molde saliente anticorrosivo	I		15:17	15:19	00:02	1	00:02		
6	Colocar cadena a molde saliente	E		15:21	15:25	00:04	1	00:04		Se retrasa 2 min. la operación porque la cadena queda muy apretada
7	Aflojar platinas de sujeción	I		15:19	15:28	00:09	3	00:27		No responden controles para cerrar el molde se retrasa 1 min.
8	Abrir prensa	I		15:28	15:29	00:01	1	00:01		
9	Bajar molde	I		15:29	15:33	00:04	2	00:08		
10	Sacar botadores	I	9	15:30	15:31	00:01	1	00:01		
11	Ajustar apertura de prensa	I		15:31	15:38	00:07	1	00:07		
12	Subir molde a máquina	I	11	15:33	15:39	00:06	2	00:12		Se retrasa la operación 3 min. porque no se regulaba la apertura de la prensa
13	Sujetar molde a máquina	I		15:39	16:01	00:22	3	01:06		
14	Cambio de boquilla	I		15:40	15:46	00:06	1	00:06		
15	Colocar conectores rápidos para conexiones de aire	E		15:43	15:54	00:11	1	00:11		
16	Sacar cadena a molde entrante	E		15:54	15:56	00:02	1	00:02		
17	Probar cierre de molde	I		16:01	16:02	00:01	1	00:01		
18	Conectar sistemas de agua	I		16:02	16:22	00:20	3	01:00		
19	Conectar sistema aire	I		16:04	16:09	00:05	1	00:05		
20	Sacar cáncamos a molde entrante	E		16:18	16:21	00:03	1	00:03		
21	Probando sistema de aire	E		16:22	16:32	00:10	2	00:20		Por fugas de aire en conectores por una mala conexión se pierde 4 min.
22	Ajuste de parámetros de máquina	I		16:32	16:36	00:04	1	00:04	A	Se recogen herramientas; se busca tanque de gas y extintor toma 8 min.
23	Calentamiento de boquilla	E		16:36	16:40	00:04	1	00:04		
24	Regulación	I		16:40	18:30	01:50	1	01:50		Se tiene que volver a calentar boquilla toma 3 min.
						04:21	Total	06:31		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Análisis del estudio de tiempos

Para iniciar el análisis se establecieron los tiempos metas para cambio de molde por área, estos se estimaron a base de la información recopilada de años anteriores y considerando que el objetivo del proyecto era reducir el tiempo de cambio de molde en un 30% hasta diciembre del 2001. El tiempo promedio por año establecido y las metas hasta el mes de diciembre se muestran en las tablas a continuación:

Tabla 18

TIEMPOS DE CAMBIO POR AÑO Y POR ÁREA

	Año 2000 (min.)	Año 2000 (min.)				Año 2001 (min.)		
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	I semestre	Julio	Agosto
Alto consumo	233	209	220	217	216	210	200	205
Mediano Consumo	136	116	125	113	117	112	114	107
Bajo Consumo	78	66	78	65	68	68	61	63
Planta	131	106	136	120	117	114	110	106

Tabla 19

TIEMPOS METAS DE CAMBIO DE MOLDE POR ÁREA

	Tiempo Meta de Cambio de Molde (min.)			
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Alto consumo	194	178	163	147
Mediano Consumo	104	96	87	79
Bajo Consumo	62	57	52	47
Planta	105	97	88	79

Establecidas las metas de reducción y el tiempo promedio de cambio de molde es necesario identificar cuales son la operaciones que mayor tiempo toman durante el cambio de molde, esto con el objetivo de saber en donde está concentrado el 80 – 20 del cambio y sobre estas operaciones enfocar todo los esfuerzos para alcanzar el objetivo del proyecto.

Para llegar a cabo un análisis de los tiempos de operación hemos reducido las operaciones similares de manera que podamos concentrar los tiempos de dichas operaciones y así poder identificar cuales son las de mayor impacto en el tiempo de cambio de molde. Las operaciones del cambio de molde han quedado reducidas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20

OPERACIONES DEL CAMBIO DE MOLDE

DESCRIPCIÓN
Regulación
Ajustar/Desajustar molde
Conexión/Desconexión Sistema de Enfriamiento
Conectar/Desconectar Sistema de Aire
Poner/sacar cáncamos
Montar/Desmontar molde
Conexión/Desconexión Sistema Eléctrico
Cambio de boquilla

A continuación se muestran los resúmenes de los ocho (8) estudios de tiempo de cambio de molde que se presentan en el cuerpo de la tesis, los resúmenes de los ocho (8) estudios de tiempo restante se muestran en el apéndice B . En estas tablas podemos notar cuales operaciones son las de mayor impacto en tiempo de cambio de molde, así también se muestran los tiempos improductivos.

Tabla 21

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE LA SILLA PERUGIA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (104 min.)	03:24	30%	01:44	23%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.(99 min.)	03:26	19%	01:39	20%
Cambio de boquilla (68 min.)	01:08	6%	01:08	15%
Ajustar/Desajustar molde (53 min.)	03:22	19%	00:53	12%
Conectar sistema elect. (52 min.)	00:54	5%	00:52	12%
Subir/Bajar molde (41 min.)	01:56	12%	00:35	8%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (36 min.)	09:57	8%	03:28	8%
Poner/sacar cáncamos (12 min.)	00:13	1%	00:12	3%
Total	24:20:00	100%	10:31:00	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:19	1%
FALLA ELÉCTRICA DEL TECLE	00:44	3%
EMPUJAR MOLDE DESDE Y HACIA LA MAQ.	01:04	4%
INSTRUCCIONES MAL DADAS	02:16	9%
FALTA DE TECLE	00:35	2%
CONEXIONES MAL EFECTUADAS	00:14	1%
TOTAL	05:12	21%

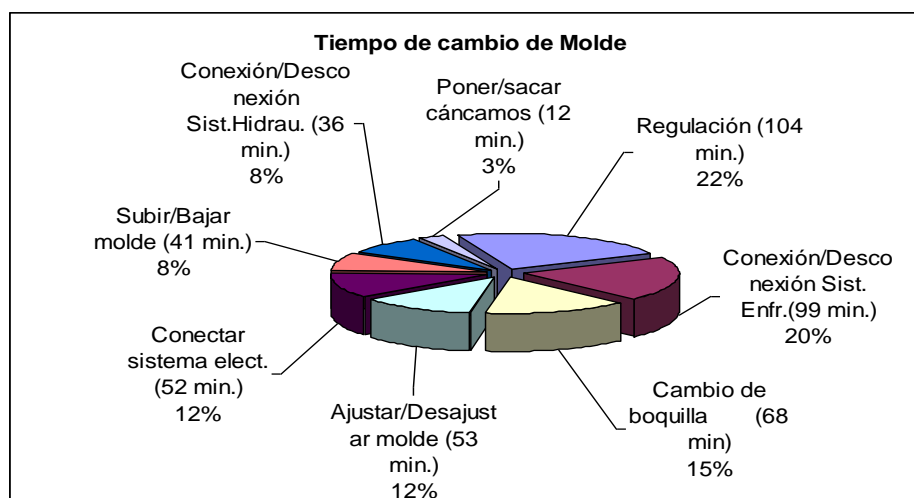


Tabla 22

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE LA LAVACARA ACUARIO

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (48 min.)	00:52	32%	00:48	43%
Ajustar/Desajustar molde (29 min.)	00:39	24%	00:13	12%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.(15 min.)	00:30	19%	00:15	14%
Montar/Desmontar molde (13 min.)	00:15	9%	00:13	12%
Poner/sacar cáncamos (11 min.)	00:11	7%	00:11	10%
Conectar/Desconectar Sist. Aire (8 min.)	00:12	7%	00:09	8%
Cambio de boquilla (2 min.)	00:02	1%	00:02	2%
Total	02:41	100%	01:51	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:03	2%
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	00:07	4%
TOTAL	00:10	6%

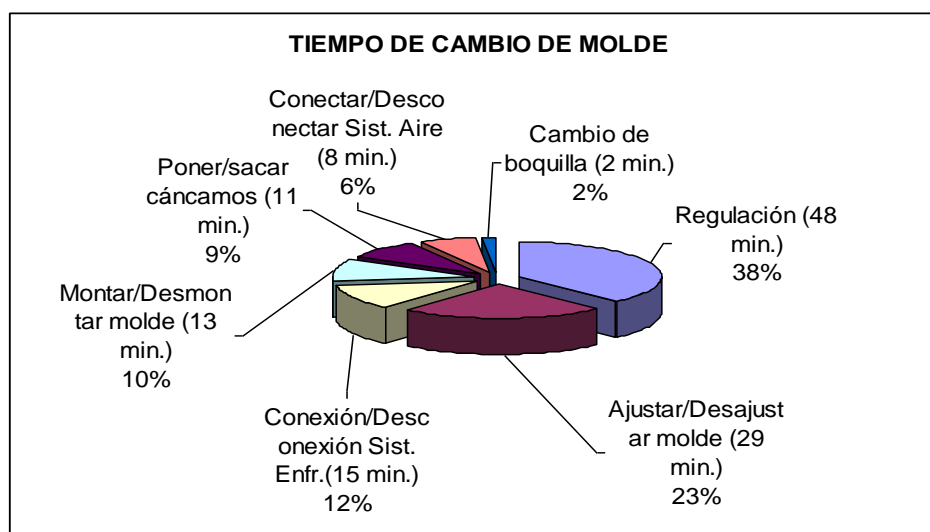


Tabla 23

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE SILLA ITALIANA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (163 min.)	03:03	30%	02:43	40%
Conectar sistema elect. (95 min.)	01:35	16%	01:35	23%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (45 min.)	01:36	16%	00:45	11%
Ajustar/Desajustar molde (39 min.)	02:17	23%	00:39	10%
Conexión/Desconexión Sist. Hidrau. (32 min.)	01:04	11%	00:32	8%
Poner/sacar cáncamos (15 min.)	00:15	2%	00:15	4%
Bajar/Subir molde (12 min.)	00:12	2%	00:12	3%
Conectar/Desconectar Sist. Aire (4 min.)	00:04	0.7%	00:04	1%
Total	10:06	100%	06:45	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:09	1%
CONEXIONES MAL EFECTUADAS	00:07	1%
ESPERA POR ELECTRICISTA	00:37	6%
SOLICITUD DE HERRAMIENTAS	00:14	2%
TOTAL	01:07	11%

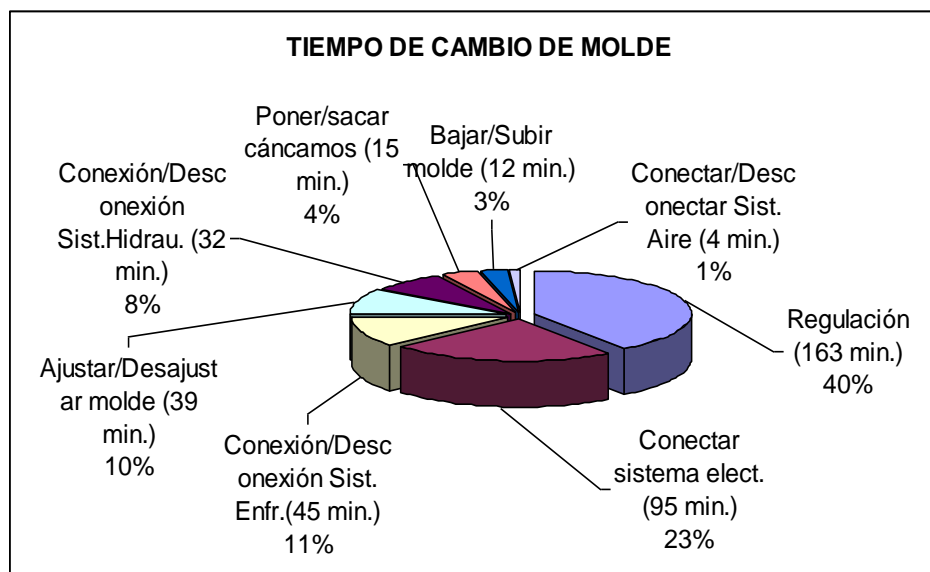


Tabla 24

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE KAVETA ROBUSTA 32 cm.

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (203 min.)	03:23	31%	03:23	49%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (71 min.)	02:41	25%	01:11	17%
Ajustar/Desajustar molde (51 min.)	02:17	21%	00:51	12%
Conectar/Desconectar sist. de calefacción (26 min.)	00:52	8%	00:26	6%
Montar/Desmontar molde (23 min.)	00:39	6%	00:21	5%
Poner/sacar cáncamos (17 min.)	00:17	3%	00:17	4%
Conectar sistema elect. (15 min.)	00:15	2%	00:15	4%
Conexión/Desconexión Sist. Hidrau. (7 min.)	00:14	2%	00:07	2%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (7 min.)	00:14	2%	00:07	2%
Total	10:52	100%	06:58	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:21	3%
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	01:42	16%
BUSCAR PERSONAS	00:11	2%
TOTAL	02:14	21%

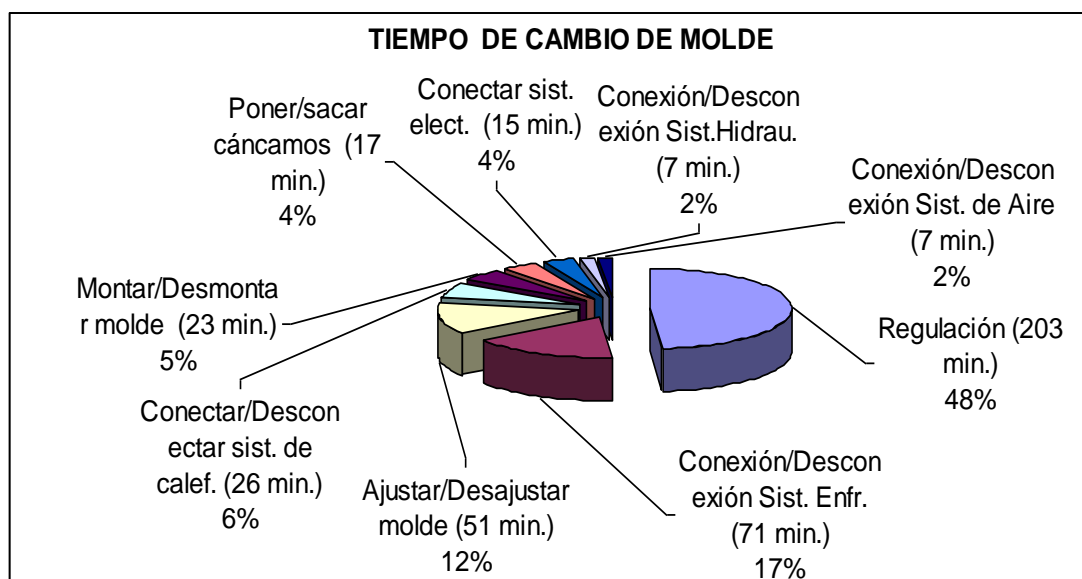


Tabla 25

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE PALLET

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Montar/Desmontar molde (128 min.)	04:08	39%	02:13	24%
Regulación (91 min.)	02:49	27%	04:33	50%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (72 min.)	02:05	20%	01:12	13%
Poner/sacar cáncamos (32 min.)	00:34	5%	00:34	6%
Ajustar/Desajustar molde (20 min.)	00:38	6%	00:20	4%
Conectar/Desconectar Sist. Hidráulico (15 min.)	00:15	2%	00:15	3%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (3 min.)	00:03	0%	00:03	1%
Total	10:32	100%	09:10	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	9	3%
POR MAL ESTADO DE LAS HERRAMIENTAS	60	23%
TOTAL	69	26%

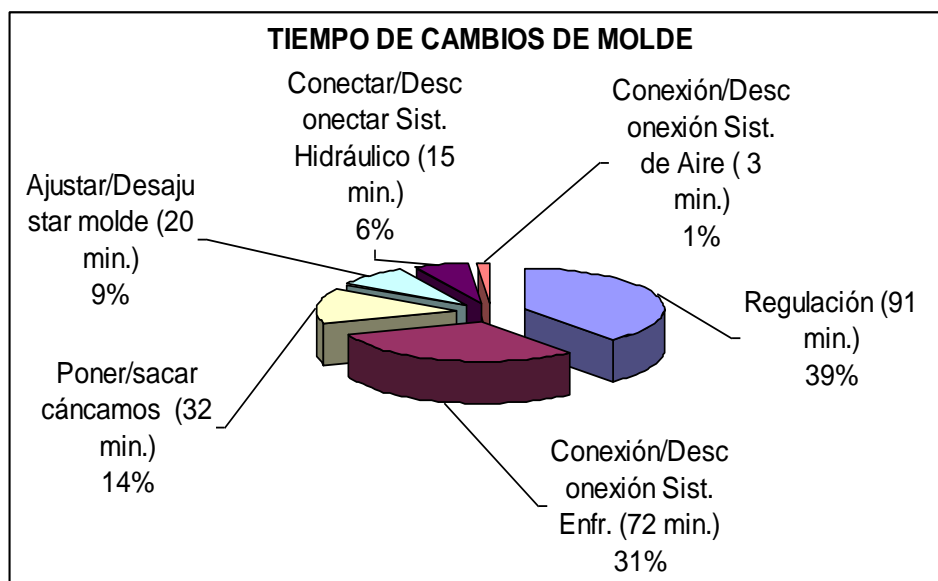


Tabla 26

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE KAVETA ROBUSTA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conectar/desconectar sistema elect. (126 min.)	02:06	24%	02:06	32%
Regulación (121 min.)	02:01	23%	02:01	31%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (47 min.)	02:01	23%	00:47	12%
Ajustar/Desajustar molde (34 min.)	01:28	17%	00:34	9%
Montar/Desmontar molde (15 min.)	00:18	3%	00:15	4%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (17 min.)	00:17	3%	00:17	4%
Poner/sacar cáncamos (14 min.)	00:14	3%	00:14	4%
Cambio de boquilla (12 min.)	00:12	2%	00:12	3%
Conectar/desconectar sistema de aire (4 min.)	00:04	1%	00:04	1%
Total	08:41	100%	06:30	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	7	1%
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	33	6%
CAMBIO DE TURNO	15	3%
TOTAL	55	11%

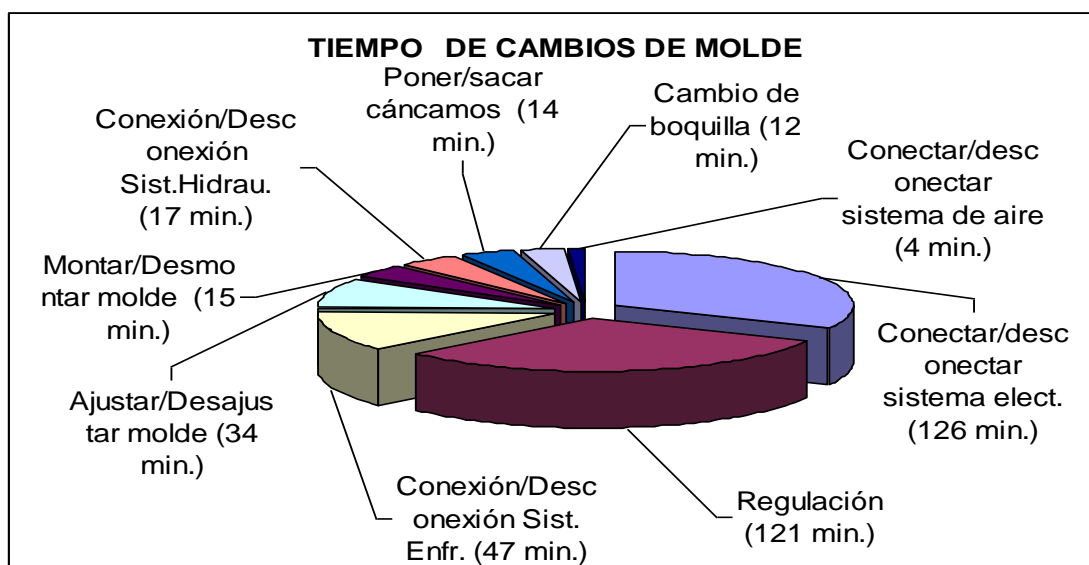


Tabla 27

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE TAPA BIDÓN

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (121 min.)	121	36%	121	42%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (78 min.)	78	23%	78	27%
Ajustar/Desajustar molde (46 min.)	92	27%	46	16%
Montar/Desmontar molde (15 min.)	21	6%	21	7%
Conexión/Desconexión de sistema eléctrico (9 min.)	9	3%	9	3%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (7 min.)	7	2%	7	2%
Poner/sacar cáncamos (5 min.)	5	1%	5	2%
Conectar/Desconectar Sist. Hidráulico (2 min.)	2	1%	2	1%
Total	335	100%	289	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	8	2%
BÚSQUEDA DE MATERIALES PARA LA REGULACIÓN	2	1%
BÚSQUEDA DE PERSONAS	4	1%
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	2	1%
TOTAL	16	5%

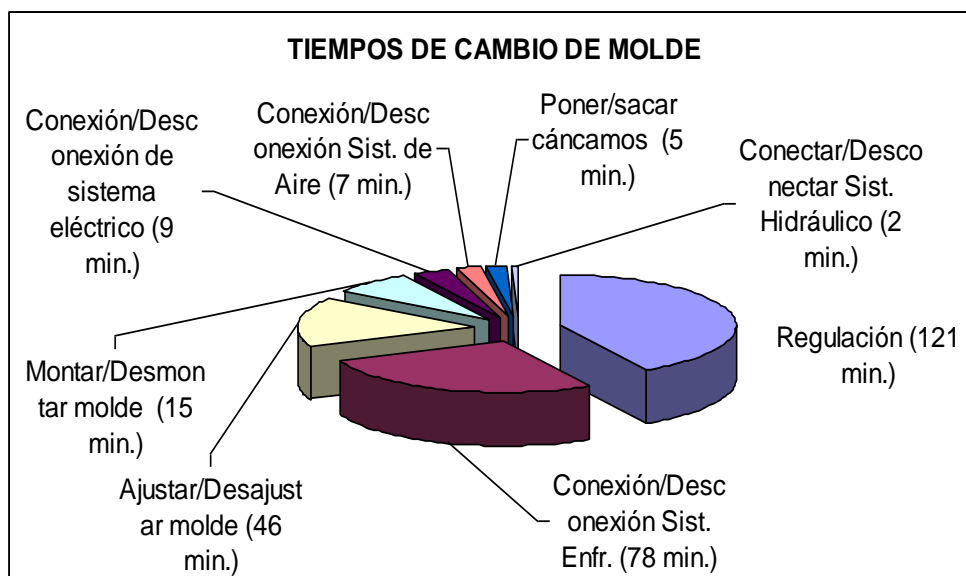


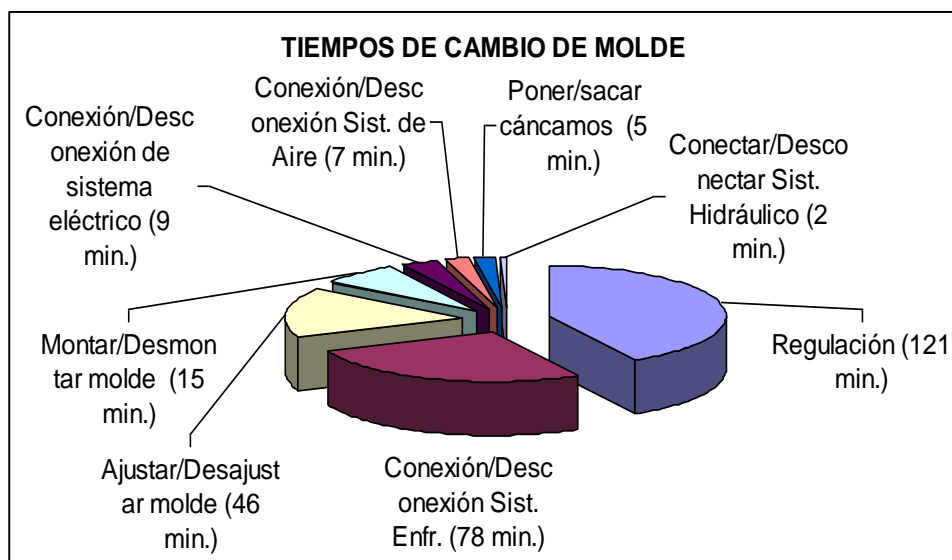
Tabla 28

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE DE CESTO LIDER

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (122 min.)	122	31%	122	47%
Ajustar/Desajustar molde (31 min.)	93	24%	31	12%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (28 min.)	76	19%	28	11%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (27 min.)	37	9%	27	10%
Poner/sacar cáncamos (17 min.)	17	4%	17	7%
Montar/Desmontar molde (14 min.)	24	6%	14	5%
Conexión/Desconexión de sistema eléctrico (12 min.)	12	3%	12	5%
Cambio de Boquilla (10 min.)	10	3%	10	4%
Total	391	100%	261	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BÚSQUEDA DE HERRAMIENTA	8	2%
CONEXIONES DE AGUA MAL HECHAS	4	1%
TOTAL	12	3%



A continuación se muestra un resumen total de todos los cambios de molde estudiados. Este análisis está basado tanto en el consumo de horas hombre y el consumo de horas máquinas.

Tabla 29

RESUMEN DE ESTUDIOS DE TIEMPOS BASADOS EN HORAS HOMBRE

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Hor.hom)	Hora. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	27:01:00	1:41:19	22%	22%	A
Ajustar/Desajustar molde	23:46:00	1:29:07	20%	42%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	22:36:00	1:24:45	19%	61%	A
Subir/Bajar molde	15:57:00	0:59:49	13%	74%	A
Conexión/Desconexión Sist. Hidrau.	14:20:00	0:53:45	12%	86%	B
Conectar sistema elect.	7:17:00	0:27:19	6%	92%	B
Cambio de boquilla	3:22:00	0:12:38	3%	95%	B
Poner/sacar cáncamos	3:06:00	0:11:37	3%	98%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:07:34	2%	99%	C
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:52:00	0:03:15	1%	100%	C
TOTAL	120:18:00	7:31:07	100%		

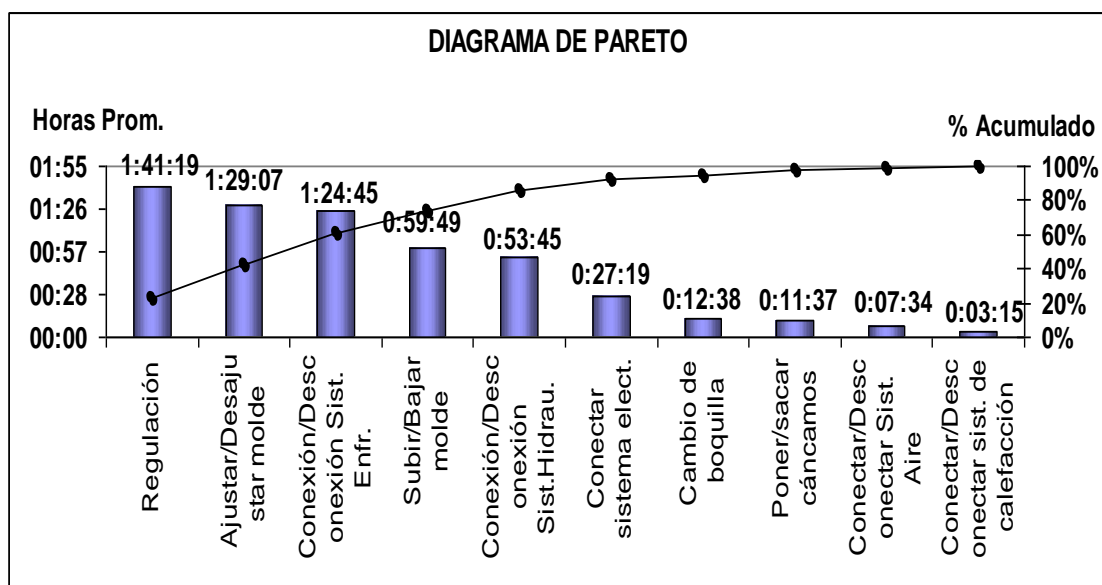
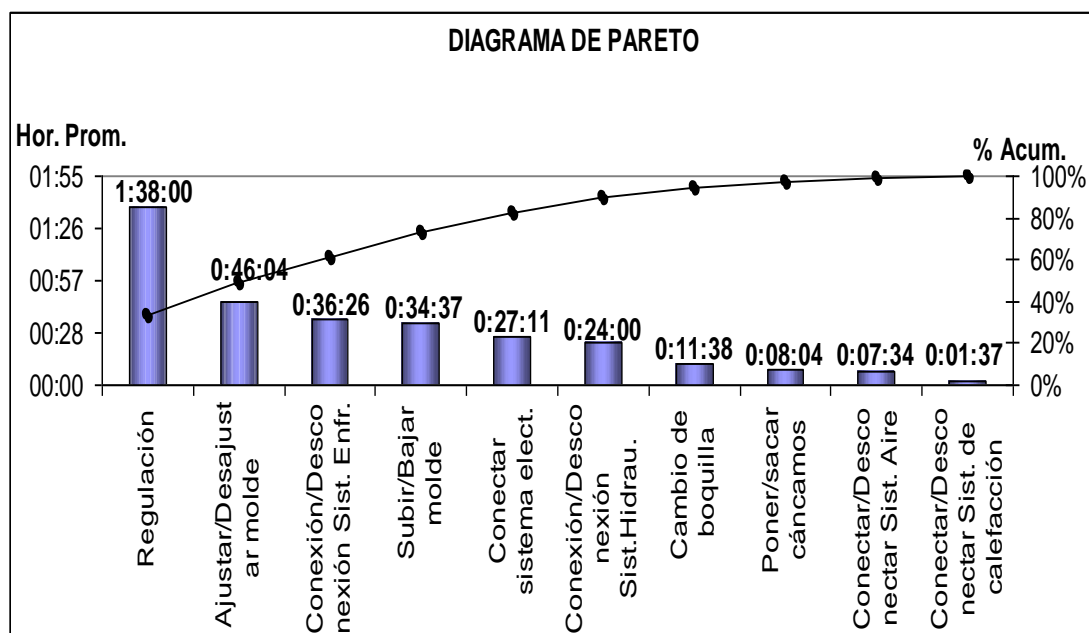


Tabla 30

RESUMEN DE ESTUDIOS DE TIEMPOS BASADOS EN HORAS MÁQUINA

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Hor.máq.)	Hor. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	26:08:00	1:38:00	33%	33%	A
Ajustar/Desajustar molde	12:17:00	0:46:04	16%	49%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	9:43:00	0:36:26	12%	61%	A
Subir/Bajar molde	9:14:00	0:34:37	12%	73%	A
Conectar sistema elect.	7:15:00	0:27:11	9%	82%	A
Conexión/Desconexión Sist. Hidrau.	6:24:00	0:24:00	8%	90%	B
Cambio de boquilla	3:06:00	0:11:38	4%	94%	B
Poner/sacar cáncamos	2:09:00	0:08:04	3%	97%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:07:34	3%	99%	C
Conectar/Desconectar Sist. de calefacción	0:26:00	0:01:37	1%	100%	C
TOTAL	78:43:00	4:55:11	100%		



Como podemos darnos cuenta las operaciones que más impacto tienen en el tiempo de cambio de molde en el análisis basado en las horas hombre son: Regulación de la máquina, ajustar y desajustar molde, conexión y desconexión de sistema de enfriamiento y por último subir y bajar molde.

Las operaciones de mayor impacto basado en las horas máquina son: Regulación de la máquina, conexión y desconexión de sistema de enfriamiento, ajustar y desajustar molde, subir y bajar molde y por último conectar y desconectar el sistema eléctrico.

Por lo tanto las operaciones de mayor impacto en el cambio de molde y objetivo a disminuir son: Regulación de la máquina, conexión y desconexión de sistema de enfriamiento, ajustar y desajustar

molde, subir y bajar molde. Sin embargo, se tomarán en cuenta las operaciones que son susceptibles a mejoras.

Una vez identificadas las operaciones y considerando que inicialmente todas estas son operaciones internas, es decir, se las realiza con la máquina parada, se analizó la conversión de estas operaciones a externas. La identificación de cuales operaciones de cuales operaciones se podrían convertir en externas se la realizó en conjunto con todos los involucrados en el proceso y los directivos de la compañía. A continuación se muestra la tabla de las operaciones con su clasificación después del análisis, en la misma se presenta adicionalmente la acción a tomar para la conversión.

Tabla 31

CLASIFICACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

Operación	Descripción	Tipo	Observación
Abrir prensa	Abrir la prensa para poder trabajar con el molde abierto	I	
Aflojar botadores	Aflojar o sacar los pines botadores de la máquina	I	
Aflojar platinas de sujeción	Aflojar las tuercas de las platinas de sujeción	I	
Ajustar parámetros de máquina	Colocar parámetros de máquina antes de la regulación	I	
Bajar molde	Incluye traer el teclé, colocar gancho en cáncamo de molde saliente, bajar el molde al piso	I	
Calentar boquilla	Buscar el equipo de calefacción y calentar la boquilla con la antorcha	E	Se puede iniciar con el calentamiento de la boquilla antes del inicio del cambio de molde
Cambiar Cañón		I	
Cambiar Boquilla		I	Se puede estandarizar forma y tamaño de boquilla
Cerrar prensa	Cerrar prensa para aflojar la platina de sujeción	I	
Colocar araña hidráulica	Instalar los distribuidores hidráulicos en los moldes	I	
Colocar botadores de extracción		I	
Colocar cáncamos a molde entrante		E	Se pueden mantener los cáncamos fijos en cada molde
Colocar cáncamos a molde saliente		E	Se pueden mantener los cáncamos fijos en cada molde
Conectar sistema de aire		I	
Conectar sistema de enfriamiento		I	
Conectar sistema eléctrico		I	
Conectar sistema hidráulico	Colocar y conectar cilindros hidráulicos al equipo o máquina	I	
Desconectar sistema de agua	Sacar alambre, mangueras de molde	I	
Desconectar sistema de aire	Desconectar el sistema neumático del molde a la máquina	I	
Desconectar sistema eléctrico	Desconectar todos los componentes eléctricos del molde (resistencias, micros, etc.)	I	
Desconectar sistema hidráulico	Desconectar mangueras hidráulicas y cilindros cuando es necesario	I	
Poner a molde saliente anticorrosivo	Colocar película de agente anticorrosivo (grasa o aceite)	I	
Prueba de fuga de agua	Hacer circular agua para observar posibles fugas	E	

Operación	Descripción	Tipo	Observación
Prueba del sistema con aire	Probar el funcionamiento del sistema neumático	I	
Regulación	Regular parámetros de máquina	I	
Retirar cáncamos a molde entrante		E	Se pueden mantener los cáncamos fijos en cada molde
Retirar cáncamos a molde saliente		E	Se pueden mantener los cáncamos fijos en cada molde
Sacar neplos a molde saliente	Sacar los neplos que están en la parte inferior del molde o algunos que tienen características especiales	E	Colocación de acoples rápidos
Sacar suples de la máquina	Retirar el suple de la máquina	I	
Subir molde a máquina	Colocar gancho en cáncamo de molde entrante, subir el molde a máquina y cerrar prensa	I	
Sujetar molde a máquina	Ajustar todas las platinas de sujeción del molde a máquina	I	

Una vez que hemos clasificado las operaciones en internas y externas y dando observaciones para la conversión de las operaciones internas a externas procedemos a analizar como reducir los tiempos de las operaciones que mayor impacto tienen en el total de cambio molde. Para esto hemos analizado cada una de ellas por medio del diagrama causa efecto o también llamado espina de pescado.

Para realizar este análisis también se realizó una reunión con todos los involucrados en el proceso y con los directivos. A continuación se muestran los diagramas.



Figura 4.1 Diagrama causa efecto de la regulación molde máquina

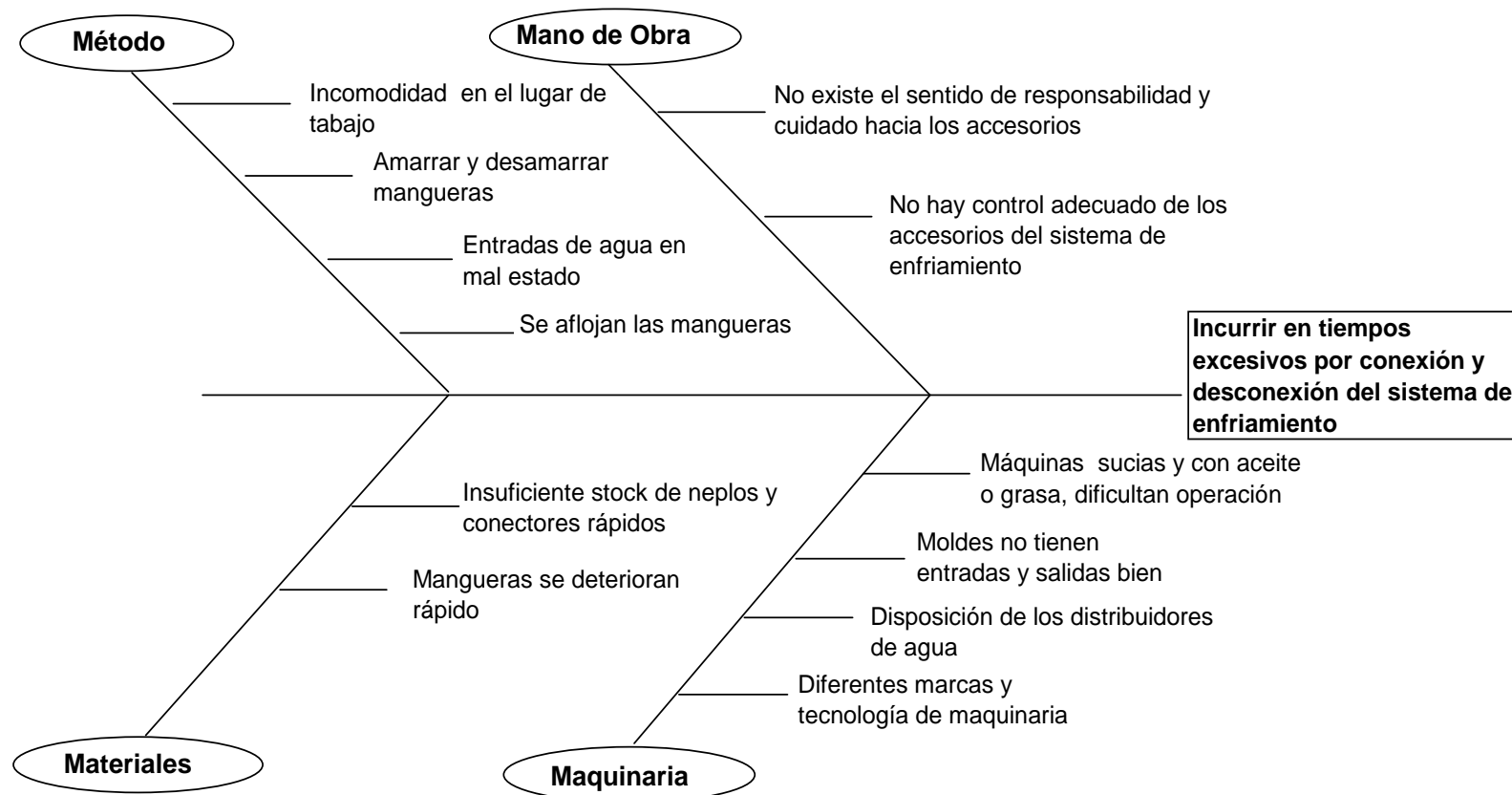


Figura 4.2 Diagrama causa efecto de la conexión y desconexión del sistema de enfriamiento.

Posteriormente a este análisis se realizó una lluvia de ideas con todos los involucrados y directivos, esto con el objetivo de tener un panorama más amplio sobre las posibles soluciones para disminuir el tiempo de cada operación y a su vez establecer un plan de mejoras de cada una de ellas. A continuación se presenta la lluvia de ideas realizada:

Lluvia de ideas para mejora de tiempo de las operaciones de cambio de molde rápido

Regulación

- Plan de capacitación.
- Mezclas no dice que no hay algún tipo de material y tiene que perder tiempo por eso.
- Se inyecta solo scrap y no material virgen con scrap.
- No se conoce bien las máquinas.
- Máquinas con problemas de alimentación y calibración.
- El departamento de mantenimiento se limita en llenar los moldes cuando se les pide que arreglen alguna máquina en lugar de arreglar el problema, no mantienen el parámetro, le aumenta las revoluciones del motor.

- Formar grupos de 3 personas para conocer las máquinas.
- El jefe de mantenimiento eléctrico muestre las máquinas, es decir dé a conocer el funcionamiento eléctrico de estas y el Jefe de mecánicos junto con el Jefe de producción enseñen lo que cada uno de los parámetros de regulación como ejemplo que es una presión, una contrapresión, etc.
- Utilizar los manuales de las máquinas para capacitar al personal.
- Pedir al fabricante de las máquinas videos o folletos para desarrollar un plan de capacitación.
- Un asesoramiento rápido de parte del Jefe de mantenimiento y del Jefe de producción.
- Los que más saben apoyar a los que menos saben.
- Definir la forma de trabajo.
- El personal no tiene interés de conocimientos nuevos.
- Introducir más a los mecánicos al plan.

- Las personas no se deben molestar, se debe buscar trabajar en conjunto.
- Se debe permitir tomar decisiones con todas las responsabilidades que implica tomar la decisión.
- Las máquinas no tienen primera, segunda, tercera presión.
- Falta de fluidez en el paletizado.
- Utilizar sifones para separar materiales.
- Separador de metales en los coladores calientes.
- El plástico sufre cuando se lo somete a temperatura y a la intemperie.
- Seguir la capacitación sobre defectos de productos.
- Buscar la manera de dar asesoramiento en máquina, poner objetivos, ponerse de acuerdo con el personal de mantenimiento.
- Estandarizar los parámetros de regulación.
- Crear un documento o un sistema que se diga que hay un problema con regulación.

- Comunicación rápida para informar sobre algún problema y obtener respuestas rápidas de las personas que pueden solucionar el mismo.

Conexión / desconexión del Sistema de enfriamiento

- Marcar las entradas y salidas de los moldes. Que los moldes lleguen a las máquinas con todos los puentes de agua.
- Los puentes de agua deben quedar perennes en las máquinas.
- Cambios de acoples rápidos a 8 máquinas de bajo consumo.

Ajustar/Desajustar molde

- Chequear las rocas de los moldes.
- Utilizar raches.
- Utilizar cajas de herramientas para cada grupo de cambio de molde.
- Implantar el uso de pistolas neumáticas
- Determinar un buen encaje molde-máquina.

Seguido a esta lluvia de ideas se realizó un plan de mejoras de las operaciones internas, a continuación se muestra el plan que se llevo a cabo.

Plan de mejoras de Operaciones Internas del Cambio de Molde

Para elaborar el plan de mejoras de las operaciones internas se elaboró un diagrama causa-efecto y una lluvia de ideas. Los diagramas causas-efectos se los elaboró con la colaboración del Supervisor de producción, de los mecánicos que realizan los cambios de molde y con el Jefe de mecánicos. También la lluvia de ideas se la realizó con la intervención del Gerente de producción, Jefe de Producción, Jefe de Preparación de moldes y con el Jefe de proyectos.

Entre las razones o causas principales que se mencionaron fueron:

Regulación

- Falta de refuerzo de la capacitación
- Falta de refuerzo conocimientos de las máquinas
- Falta del seguimiento y difusión del procedimiento
- Falta de Motivación del personal

- Falta de Comunicación
- Falta de Mantenimiento Preventivo
- Carencia de estandarización de los parámetros de regulación

Es importante indicar que algunas de las actividades propuestas fueron mencionadas y analizadas en el desarrollo de los diagramas causa-efecto y la lluvia de ideas.

A continuación se proponen una serie de actividades con el propósito de mejorar cada una de las causas.

Refuerzo de la Capacitación

1. Planificar y desarrollar charlas para el personal de cambio de molde, en estas charlas se refrescarán los conocimientos y se trataran temas tales como: Parámetros de Regulación, Materiales, Máquinas especiales, Cambio de color, Cambio de material y Comportamiento de los materiales en casos extremos, etc.

Las charlas se las va a realizar en 3 ciclos, en los cuales se van a dictar 6 charlas por ciclo y cada charla durará 1 hora. Por consiguiente el periodo de duración de un ciclo será de 6 horas.

2. Formar grupo de personas de cambio molde, de tal manera, que les permita recibir la charla sin interferir en sus actividades o responsabilidades diarias.

También es importante definir el número de personas que van a recibir el refuerzo en la capacitación, así también, definir los horarios en que se desarrollaran las charlas. El número de personas que van a recibir el refuerzo de la capacitación son 21 en total de los cuales corresponden 7 de alto consumo, 5 de mediano consumo, 5 de bajo consumo y 4 de soplado. Los grupos pueden ser formados de acuerdo a cada área que existe en la planta de producción.

3. Solicitar información a los fabricantes de máquinas de inyección sobre las máquinas, ya sean folletos o videos. Esta información servirá de soporte para las charlas.
4. Elaborar un folleto con toda la información suministrada en las charlas de manera que esta información pueda servir de apoyo en algún momento a los participantes. Una copia de este folleto deberá ser a los asistentes.

El lugar donde se dictaran las charlas es la sala de capacitación. Los responsables de llevar a cabo la capacitación del personal de cambio

de molde y de conseguir toda la información pertinente para el desarrollo de las charlas son el jefe de producción y el jefe de mecánicos.

Reforzar Conocimiento de Máquina

1. Reforzar los conocimientos acerca del funcionamiento, manejo y seguridades de las máquinas. Para el desarrollo de esta actividad se podría utilizar los manuales de funcionamiento de las máquinas. Así también puede servir la información solicitada a los fabricantes.
2. Formar grupo de personas de cambio molde, de tal manera, que les permita recibir el refuerzo acerca del manejo y seguridades de la máquina sin interferir en sus actividades o responsabilidades diarias. Los grupos son los formados en el refuerzo de la capacitación.

El responsables de coordinar las actividades de reforzar los conocimientos en cuanto al funcionamiento, manejo y operación de las máquinas al personal de cambio de molde es el Jefe de producción y sus puntos de apoyo serán: Jefe de Mantenimiento eléctrico, Asistente de mantenimiento en el área de alto consumo y

para el área de mediano y bajos consumos los asistentes de mantenimiento.

Seguimiento y difusión del procedimiento.

1. Realizar una revisión del procedimiento de cambio de molde.
2. Redefinir las operaciones internas y externas mediante una lluvia de ideas y depuración de los que es operación interna y operación externa.
3. Entregar una copia del procedimiento a cada uno de los mecánicos de cambio de molde.
4. Explicar a los mecánicos cada uno de los pasos del procedimiento de cambio de molde.
5. Realizar auditorias cuando se este realizando algún cambio de manera que se pueda tener una retroalimentación de que si se cumple o no el procedimiento.

Los responsables de llevar a cabo esta actividad son el Jefe de Mantenimiento, Jefe de mecánicos y el Ingeniero de proyectos.

Motivación al Personal.

Presentar videos de motivación personal, estos videos no tendrán una duración mayor a 30 min.

Y se deberán formar grupos de manera que no interfiera con las actividades de cada uno de los asistentes. Los grupos pueden ser los mismos grupos formados para el refuerzo de la capacitación.

Los responsables de realizar esta actividad son el Ingeniero de proyectos y el jefe de producción.

Comunicación

Desarrollar un sistema de comunicación visual. Tiene 2 objetivos principales: Mejorar la comunicación de los problemas existentes en la planta. Aumentar el espíritu de competencia entre el personal.

Es importante indicar que se debe entregar una lista en la que se describan los problemas que se puedan presentar con sus respectivos colores asignados a los operadores y a las demás personas involucradas.

También se requiere presentar en el tablero un indicador que sirva para crear la competencia entre el personal, un ejemplo del tipo de indicador que se podría utilizar es el indicador de limpieza. El cual

diga cual es la máquina más limpia y eso motive a los demás a tratar de igualarlo.

Los responsables de llevar a cabo el desarrollo del sistema y explicación del sistema al personal son el jefe de mecánicos y el ingeniero de proyectos.

Estandarización de la regulación

Llegar a una estandarización total de los parámetros de regulación es definitivamente imposible, ya que estos dependen en gran parte de condiciones ambientales que se encuentren en el momento que se va a realizar la regulación de la máquina y del material a inyectar. Lo que si se puede hacer establecer un historial de las condiciones de trabajo de la máquina con determinado molde, es decir, llevar un registro de cual fue la temperatura, presiones, etc. cuando trabajó con un molde determinado. De manera que cuando se valla a montar el mismo molde en la misma máquina podamos contar con un punto de partida para la regulación y así minimizar el tiempo total de la regulación para lograr una adecuada regulación.

Para llevar a cabo este registro es necesario la creación de una carpeta para cada máquina y en ella colocar hojas membretadas con

los parámetros de regulación de manera que el operador solo tenga que colocar los valores de cada parámetro.

Operación ajustar / desajustar molde

Para minimizar el tiempo de la operación ajustar/desajustar molde se ha propuesto adquirir pistolas neumáticas.

También se realizó arreglos de las roscas de los moldes y de las máquinas, de manera que se recuperen los hilos de las roscas. Al mismo tiempo se implementará un sistema poka-yoke, este consiste en pintar las roscas y pernos de la misma medida de un color de manera que no se puedan confundir con las medidas al momento de poner el perno en la rosca.

A su vez se ha proporcionado al personal de cajas herramientas de tal manera que les permita tener cierto tipo de herramientas a la mano durante el cambio de molde.

Conectar/desconectar sistemas de enfriamiento

Para minimizar el tiempo de la operación conectar/desconectar sistemas de enfriamiento se ha propuesto cambiar los neoprenos de las máquinas y moldes por acoples rápidos de tal manera que nos permita disminuir el tiempo total de cambio de molde.

El número de máquinas al cual se le va realizar el cambio inicialmente es ocho y son:

Tabla 32

MÁQUINAS A CAMBIAR ACOPLES RÁPIDOS

Máquina	Tomas Heladas	Tomas Templada
V 22	8	8
V 22 A	8	8
V 22 B	6	6
R 100	6	6
R 100 A	6	6
R 100 B	6	6
F 50	6	6
Romy 200	12	8
Total	58	54

En total se necesitaran 112 acoples rápidos para realizar las pruebas de los acoples rápidos en las máquinas. Estas máquinas pertenecen al área de bajo consumo. Es importante anotar que dependiendo de los resultados que se logren en esta prueba se va a realizar los cambios en las demás máquinas y moldes.

Los responsables de llevar a cabo estos cambios serán el Jefe de mecánicos y el Jefe de preparación de moldes.

Así también sé a acordado con el Jefe de Preparación de Moldes que todos los moldes que vayan a la planta para ser montados en las

máquinas deben de salir del área de preparación molde con todas las entradas y salidas de agua marcas, lo que permitirá durante el cambio de molde hacer las conexiones y desconexiones de agua en menor tiempo.

De la misma manera se acordó que todos los moldes los moldes lleguen a las máquinas con todos los puentes de agua.

Por último se realizó un cronograma con todas las actividades descritas en este plan de mejoras de operaciones internas. En este plan se muestran las actividades a realizar, como se las va realizar, las personas responsables de cada actividad, fecha de inicio y culminación de cada actividad y finalmente el porcentaje (%) de avance de acuerdo al seguimiento que se le dio. A continuación se muestra el cronograma de actividades.

Tabla 33

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MEJORAS DE LAS OPERACIONES INTERNAS

Capacitación en Regulación	Preparar temas y definir grupos de capacitación	Sr. Edmundo Castro	04 de febrero del 2002	12 de febrero del 2002	100%
	Diagnosticar conocimientos del personal	Ing. Héctor Restrepo	13 de febrero del 2002	14 de febrero del 2002	100%
	Definir instructores y días asignados para la capacitación	Ing. Héctor Restrepo	04 de febrero del 2002	06 de febrero del 2002	100%
	Dar Charlas de capacitación en la sala de capacitación	Ing. Fernando Delgado, Ing. Héctor Restrepo, Ing. Jorge Albán	18 de febrero del 2002	18 de marzo del 2002	100%
	Desarrollar y aplicar test evaluativo para el personal involucrado	Ing. Héctor Restrepo	18 de marzo del 2002	19 de marzo del 2002	100%
Capacitación sobre el conocimiento de la máquina.	Con charlas en las máquinas, en las que se les dará conocimientos generales del funcionamiento de la máquina	Sr. José Yépez, Ing. Héctor Restrepo	13 de febrero del 2002	13 de marzo del 2002	100%
Cambio de sistema de conectores rápidos de enfriamiento	Determinar las máquinas y los moldes, por mes, a los que se les va a realizar los cambios de los neopros por los conectores rápidos	Ing. Jorge Albán	18 de febrero del 2002	15 de marzo del 2002	100%
	Realizar las instalaciones necesarias en las máquinas para el sistema de conectores rápidos	Ing. Jorge Albán	18 de febrero del 2002	15 de marzo del 2002	100%
	Monitorear la compra de los conectores rápidos para realizar los respectivos cambios	Sr. Edmundo Castro	26 de febrero del 2002	15 de marzo del 2002	100%
	Realizar los cambios de los conectores rápidos en los moldes y máquinas antes determinados.	Ing. Jorge Albán, Ing. Juan Moreira	15 de marzo del 2002	31 de marzo del 2002	100%
	Realizar auditorías para verificar la implantación de los cambios de los conectores rápidos y verificar el ahorro en tiempo.	Sr. Edmundo Castro	15 de marzo del 2002	31 de marzo del 2002	100%
Instalación de sistema de conexión eléctrica rápida	Realizar los cambios de las conexiones eléctricas en los moldes y máquinas empezando con los de mediano y luego con los de alto consumo	Sr. José Yépez, Ing. Juan Moreira.	15 de marzo del 2002	15 de abril del 2002	100%
	Realizar auditorías para verificar el avance de la realización de las conexiones eléctricas en los moldes y máquinas	Sr. Edmundo Castro, Sr. Alex Piñas	15 de marzo del 2002	15 de abril del 2002	100%

Dejar fija las conexiones de aire del molde	Hacer que los moldes vengan al área de producción desde preparación con todas las conexiones de aire puestas ya sean estas las T, conectores, etc.	Ing. Juan Moreira, Sr. Alex Piñas	15 de marzo del 2002	31 de marzo del 2002	100%
Elaborar procedimiento de cambio de moldes	Con la definición de operaciones internas y externas	Ing. Héctor Restrepo, Sr. Edmundo Castro	31 de marzo del 2002	08de abril del 2002	100%
Implementar procedimientos	Con una explicación del procedimiento a todos los involucrados (Difusión)	Ing. Héctor Restrepo	08de abril del 2002	12 de abril del 2002	100%
Reparar roscas de máquinas	Determinar máquinas a las que se les va a realizar los arreglos de las roscas.	Ing. Jorge Albán	18 de febrero del 2002	21 de febrero del 2002	100%
	Programar las máquinas a las que se les va a realizar los arreglos de las roscas.	Ing. Héctor Restrepo	22 de febrero del 2002	26 de febrero del 2002	100%
	Reparar las rocas los fines de semana, ya que algunas máquinas no están incluidas en el programa de producción	Ing. Jorge Albán	27 de febrero del 2002	06 de abril del 2002	100%
	Implementar un sistema poka-yoke, pintar las roscas y pernos de la misma medida de un color de manera que no se puedan confundir al momento de poner el perno en la rosca.	Ing. Jorge Albán, Sr. Edmundo Castro	05 de marzo del 2002	06 de abril del 2002	100%
	Entregar un inventarios de pernos pintados de acuerdo con la medida de la rosca, a cada uno de los jefes de grupo del personal de cambio de molde.	Ing. Jorge Albán, Sr. Edmundo Castro	12 de marzo del 2002	06 de abril del 2002	100%
Realizar Auditorias de la veracidad de la información de los reportes de operador y cambio de molde	Haciendo mediciones de la hora de inicio y hora de culminación del cambio de molde y esto tendrá que coincidir con los reportes	Sr. Carlos López	01 de abril del 2002	28 de diciembre de 2002	100%
Realizar publicaciones de las eficiencias diarias de los cambios de moldes	Pegando en la cartelera que esta ubicada en la planta el cuadro de control de cambio de molde	Sr. Fernando González	01 de abril del 2002	28 de diciembre de 2002	100%

CAPITULO 5

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES DESPUES DEL ANÁLISIS

El proceso de cambio de molde en su forma general, luego del análisis realizado, no cambio; porque está formado por las mismas etapas que antes de estudio y estas son:

- Desmontaje del molde
- Montaje del molde y
- Regulación de máquina.

Básicamente el proceso fue mejorado tanto en los tiempos de operación, como en el número de operaciones que se realizan. El proceso de cambio de molde luego del análisis se inicia desde que se para la máquina luego de haber terminado una orden de producción y termina cuando se ha producido la primera unidad buena con el molde que se ha montando.

5.1 Desmontaje de molde

El cambio de molde es programado de acuerdo a la programación de la producción y comunicado a los mecánicos por intermedio del jefe de mecánicos, esto con el objetivo de que el planifique el cambio de manera que el personal este preparado. La preparación se basa en la conformación de grupos de trabajo y cada grupo cuenta con una caja de herramientas. Cada grupo de trabajo tendrá un líder, este será el encargado de que la caja de herramienta sea trasladada al lugar donde se va a realizar el cambio y a su vez será el responsable de cuidado de cada una de las herramientas de esta caja.

El grupo de trabajo de estar listo por lo menos diez (10) minutos antes de que se inicie el cambio del molde, esto con el objetivo de que inmediatamente después que el operador pare la máquina el grupo de trabajo de cambio de molde inicie el desmontaje del mismo.

El desmontaje del molde se inicia con desconexión del sistema de eléctrico. Esta operación fue mejorada con la implantación de un sistema eléctrico rápido. Este sistema consiste en un enchufe centralizado tipo regleta, estos están constituido por dos piezas; una tipo hembra y fija, otra tipo macho móvil.

Con la adaptación de este sistema de desconexión se logró disminuir drásticamente esta operación, ya que se eliminaron las conexiones de cable por cable con tan solo el uso de un enchufe.

Posteriormente se procede a la desconexión del sistema de refrigeración o de enfriamiento. Este sistema, sigue conformado por mangueras que están sujetas al molde y a la máquina, la diferencia radica en el sistema de sujeción. Con el análisis se planteo el uso de conectores rápidos, esto con el objetivo de eliminar la utilización de neoplos y la sujeción de estos por medio del roscado manual de alambres.

Estos conectores rápidos están conformados por una parte hembra y una parte llamada macho como se muestra en la figura a continuación.



Figura 5.1 Acoples o conectores rápidos

Es importante mencionar que se estableció desconectar solo la parte de la manguera que esta sujeta al molde (el macho), ya que la parte de la manguera que está sujeta a la máquina (la hembra) queda fija, por que estas mismas mangueras sirven para el molde que se valla a montar. Para llevar a cabo esto se acordó con el jefe de preparación de molde que todos los moldes deberán salir de su área con los

conectores (la parte hembra) en el molde, de manera que la operación solo sea la conexión de la manguera al molde

Luego se procede a desconectar el sistema de expulsión, ya sea este hidráulico, neumático o mecánico. Posteriormente se realiza el cambio de boquilla, para eliminar esta operación se propone la estandarización de las boquillas tanto en forma y tamaño.

Es importante dejar claro que esto no se llevó a cabo ya que la estandarización conlleva la realización de un estudio de diseño mecánico profundo y cambios grandes en los moldes que involucran inversiones en modificaciones de los moldes y la empresa no cuenta con la capacidad económica para llegar a cabo dicho estudio.

Posteriormente se realiza la colocación de la cadena a los cáncamos. Es importante recordar que una de las operaciones que se hacía antes del análisis era colocar cáncamos al molde, pero esta operación fue eliminada porque la propuesta después del análisis es que los cáncamos queden fijos en cada molde, es decir, los cáncamos permanecerán en los moldes para eliminar la actividad de colocar cáncamos al molde. Para dejar los cáncamos fijos al molde se les colocará un punto de soldadura.

Luego se continúa con el desajuste de las platinas de sujeción. Como se mencionó anteriormente éstas platinas de sujeción sirven para sostener el molde a la máquina. La mejora en el tiempo de esta operación, radica en el cambio de la herramienta para desajustar los pernos que sujetan las platinas.

Antes del análisis la operación se la realizaba en forma manual con la ayuda de una llave de tuerca haciendo palanca con un tubo. La propuesta para mejorar la operación es la utilización de pistolas neumáticas. Otra de las soluciones planteadas fue la reparación de las roscas de las prensas del molde y la implantación de un sistema poka-yoke en cual consiste en pintar las roscas y pernos de la misma medida, de manera que no se pierda tiempo en probar si el perno corresponde a dicha rosca.

Seguido se procede a retirar el molde saliente con el teclé. Antes del análisis, luego de que los moldes eran retirados de la máquina, debían ser transportados hasta un espacio dentro de la planta destinado para almacenarlos, esto solo ocurría con los moldes grandes. La propuesta luego del análisis es que los moldes sean colocados a un lado de máquina y que posteriormente sean trasladados al lugar asignado, tal como ocurre en caso de los moldes pequeños,

estos son colocados a un extremo de la máquina para luego del cambio ser transportado a la bodega de moldes.

Por último, se tenía antes del análisis la operación de retirar suples, para el caso de los moldes que son montados en las máquinas de alto consumo. Esta operación luego del análisis hemos conseguido eliminarla, con la ayuda del establecimiento de prioridades de montaje de molde en las máquinas y esto también ayuda a mejorar la programación.

La utilización del supe se daba cuando se tenían un molde cuyo ancho es menor al espacio que hay entre las prensas de la máquina. Y para completar este espacio se coloca el supe y como se menciono esto se elimina teniendo un buen encaje molde máquina.

Para tener un buen encaje molde máquina fue necesario hacer un listado, en cual se establece por molde el número de prioridad que tiene cada máquina y esta prioridad a su vez se establece por medio del ciclo de producción que tenga determinado molde en cada una de las máquinas posible a ser montado.

A continuación se muestra un fragmento de la tabla en la cual se establecen las prioridades. No se la muestra toda porque la

información que contiene dicha tabla es confidencial para la compañía.

Tabla 34
PRIORIDADES DE MÁQUINA POR MOLDE.

Ref. Molde	Descripción	Máquina	Ciclo	Cavidades	Opción	Cic. Unit.	Zona
23-92	Silla 1	1600	66	1	1	66	A
23-92	Silla 1	VH-1000	70	1	2	70	A
23-92	Silla 1	850	73	1	3	73	A
23-99	Silla 2	VH-1000	66	1	1	66	A
23-99	Silla 2	VD1000-A	66	1	2	66	A
23-99	Silla 2	1600	70	1	3	70	A
23-99	Silla 2	VD1000-B	95	1	4	95	A
24	Repostero 1	R100	30	1	1	30	B
24	Repostero 1	R100A	30	1	2	30	B
24	Repostero 1	R100B	30	1	3	30	B
24-92	Pomo 1	S-8	25	1	1	25	S
24-93	Plato tendido 1	V17-A	14	1	1	14	B
24-93	Plato tendido 1	V22-A	14	1	2	14	B
24-93	Plato tendido 1	V22	14	1	3	14	B
24-99	Macetero	225	30	1	1	30	M
24-99	Macetero	R200	30	1	2	30	M
24-99	Macetero	750	30	1	3	30	M
24-99	Macetero	750B	32	1	4	32	M
24-99	Macetero	1250	43	1	5	43	M
24A	Repostero 2	R100-B	21	1	1	21	B
24A	Repostero 2	R100	22	1	2	22	B
24A	Repostero 2	R100-A	22	1	3	22	B
253-A	Balde 1	R100-A	36	2	1	18	B
258	Tacho chico 1	3000	68	1	1	68	A
258	Tacho chico 1	3000-A	68	1	2	68	A
258A	Tacho chico 2	SD-400	41	1	1	41	M
258A	Tacho chico 2	520	42	1	2	42	M
258A	Tacho chico 2	NB-600	42	1	3	42	M
258A	Tacho chico 2	V50	42	1	4	42	M
258A	Tacho chico 2	1250	60	1	5	60	M

5.2 Montaje del Molde

Al igual que antes del análisis, el montaje del molde se inicia con la colocación del molde en la máquina y termina cuando se han conectado todos los sistemas de funcionamiento del molde. La diferencia radica que antes del análisis en ocasiones el montaje se iniciaba con la colocación de los suples en la máquina, porque el ancho del molde es menor al ancho existente entre las prensas (cierre de prensa) de la máquina. Luego del análisis se ha definido una lista de moldes con sus respectivas prioridades de máquina, de manera que esta operación fue eliminada. La prioridad se la estableció en función del mejor encaje molde-máquina, del menor tiempo de ciclo y del mejor funcionamiento de la máquina cuando esta trabaja con el molde; este último fue establecido considerando la eficiencia de la máquina.

El montaje se inicia con la colocación del molde en la máquina. El molde deberá estar colocado a un extremo de la máquina, con los canchamos y cadenas puestas, de acuerdo a las mejoras establecidas en la conversión de operaciones internas a externas descritas en el capítulo anterior. El molde es colocado en la máquina por medio del teclé y se prosigue con la sujeción de este a la máquina. Esto se lo realiza por medio de platinas y pernos. La herramienta que se utiliza

para ajustar los pernos, es la pistola neumática propuesta como mejora de la operación, luego del análisis. Otra de las mejoras propuesta fue la implantación de un sistema poka-yoke, para la identificación del tipo de rosca. La prensa de la máquina tiene varios agujeros con varios tipos de rosca, es aquí donde se colocan los pernos que soportan las platinas. Durante el desarrollo del análisis se pudo observar que se incurría en desperdicios de tiempo por la búsqueda de la rosca adecuada en la cual encaje el perno y con la implantación del sistema poka-yoke se logró eliminar este desperdicio.

Una vez que el molde está sujetado a la máquina se prosigue con la conexión del sistema de enfriamiento. La conexión del sistema de refrigeración se la realiza por medio de los conectores rápidos, es importante recalcar que para mejorar esta operación se acordó con el jefe de preparación de moldes que estos deberán salir con todos los conectores puestos (la parte hembra) y también se acordó con los mecánicos que no se deben retirar las mangueras de las máquinas, de tal manera que la operación consista solo en la conexión de la manguera al molde y no como se lo hacía anteriormente que se tenía que conectar también las mangueras a la máquina.

Posterior a la conexión del sistema de enfriamiento se prosigue a retirar las cadenas del molde entrante y paralelamente a esta operación se inicia con la operación de conexión del sistema de expulsión, si es el caso de los sistemas hidráulicos o neumáticos.

Luego se prosigue con la conexión del sistema eléctrico y como se mencionó en el capítulo anterior la conexión de las resistencias consistía en la unión de varios cables, esta unión se la debía realizar una a una. El desarrollo de la operación de esta manera, ocasionaba grandes desperdicios de tiempo, por ello se propuso la utilización de las conexiones eléctricas rápidas o también llamados enchufes centralizados tipo regletas como se mencionó anteriormente.

Finalmente se tenía la operación de calentamiento de la boquilla, esta operación fue convertida en externa, ya que se desarrollo un soporte en el cual se asienta la antorcha y se calienta la boquilla. Este calentamiento se pude empezar antes que inicie el cambio de molde.

5.3 Regulación de la Máquina















































































La regulación de la máquina no varió en cuanto al desarrollo de la operación, de igual forma continua siendo el ajuste de los parámetros básico de funcionamiento de la máquina. Es importante mencionar

que todas las soluciones planteadas después del análisis apuntan a mejorar la operación a través de la capacitación y la motivación del personal de mecánicos o del personal de cambio de molde. Adicionalmente se trato de mejorar esta operación con la implantación de una estandarización parcial de los parámetros de regulación como se mencionó en el capítulo anterior, esto se lo logro con la implantación del uso de una carpeta para cada molde tomando en cuenta en la máquina que está trabajado dicho molde. En esta carpeta se dejará registrado cuales fueron los últimos valores de los parámetros de funcionamiento de la máquina, de manera que estos valores sirvan de punto de partida para regular la máquina cuando se vuelva a montar ese molde en la misma máquina y así disminuir el tiempo de la regulación.

5.4 Diagrama de Flujo del Proceso

A continuación en la tabla 34 se muestra el diagrama de flujo general de cambio de molde LUEGO DE realizado el análisis.

Tabla 35
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE CAMBIO DE MOLDE DESPUÉS
DEL ANÁLISIS

No.	Actividad	Gráfico					
1	Desconectar sistema eléctrico						
2	Desconectar sistema de refrigeración						
3	Desconectar sistema de expulsión						
4	Colocar cadena a cáncamos de molde saliente						
5	Aflojar platinas de sujeción						
6	Bajar molde						
7	Subir molde a máquina						
8	Sujetar molde a máquina						
9	Retirar cadena de molde						
10	Conectar sistema de enfriamiento						
11	Conectar sistema de expulsión						
12	Conectar sistema eléctrico						
13	Regulación						

5.5 Estudio de tiempos y movimientos de cambio de molde

En esta etapa el estudio de tiempo nos permitirá comparar los tiempos de cambio de molde de manera que podamos verificar si las soluciones planteadas en el capítulo anterior, nos han permitido alcanzar los objetivos planteados.

Para esta etapa como es una verificación, solo se ha considerado analizar dieciséis (16) cambios de molde, al igual que el capítulo anterior ocho (8) se mostrarán en el cuerpo de la tesis y los ocho (8) restante se los muestras en el apéndice C.

A continuación se presentan los ocho cambios más relevantes de los dieciséis estudios:

Tabla 36

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE KAVETA INDUSTRIAL CÓNICA

Sale Silla Italiana Máquina: 1000 A Fecha: 16 de abril del 2002

Entra Kaveta Indust. Cónica Responsable del cambio: Julio Granados Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		10:10	10:12	00:02	1	00:02		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	10:10	10:16	00:06	3	00:18		A las 10:12 la persona que desconectando el sistema electrico se incorpora
3	Desconectar sistema hidráulico	I		10:16	10:26	00:10	2	00:20		Se regaba aceite
4	Colocar cadena a molde saliente	I		10:26	10:31	00:05	1	00:05		
5	Aflojar platinas de sujeción	I		10:31	10:36	00:05	3	00:15		
6	Bajar molde	I		10:39	10:43	00:04	2	00:08		
7	Subir molde a máquina	I		10:43	10:49	00:06	2	00:12		
8	Sujetar molde a máquina	I		10:50	11:00	00:10	3	00:30		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:02	11:13	00:11	2	00:22		A las 11:10 tienen que ajustar la conexión de unos conectores rápidos.
10	Cambio de Boquilla	I		11:10	11:28	00:18	2	00:36		
11	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		11:28	11:39	00:11	3	00:33		
12	Conectar sistema eléctrico	I		11:40	11:44	00:04	1	00:04		
13	Regulación	I		11:45	12:50	01:05	2	02:10		
						02:37	Total	05:35		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 37
ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE MESA RIVIERA

Sale Butaka Queen Máquina: VH-600 Fecha: 22 de abril del 2002

Entra Mesa Riviera Responsable del cambio Carlos Lara Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		11:47	11:51	00:04	1	00:04		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	2	11:47	11:56	00:09	2	00:18		A las 11:51 se suma una persona a la actividad
3	Desconectar sistema hidráulico	I	1	11:56	12:15	00:19	2	00:38		
4	Colocar cadena a molde saliente	I	1	12:16	12:20	00:04	1	00:04		
5	Aflojar platinas de sujeción	I		12:16	12:23	00:07	2	00:14		A las 12:20 se incorpora una persona a la actividad
6	Bajar molde	I		12:25	12:31	00:06	2	00:12		
7	Subir molde a máquina	I		12:31	12:38	00:07	2	00:14		
8	Sujetar molde a máquina	I		12:38	12:47	00:09	2	00:18		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		12:47	12:54	00:07	2	00:14		
10	Cambio de Boquilla	I	9	12:53	12:57	00:04	1	00:04		
11	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		12:57	13:07	00:10	2	00:20		
12	Conectar sistema eléctrico	I		13:07	13:10	00:03	2	00:06		
13	Regulación	I	13	13:08	13:55	00:47	2	01:34		
						02:16	Total	04:20		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 38
ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE MESA MARBELLA

Sale Kaveta Rob. 40 cm. Máquina: 6000 Fecha: 17 de abril del 2002

Entra Mesa Marbella Responsable del cambio Pedro Avila Elaborado por: Edmundo Castro

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		08:15	08:20	00:05	1	00:05		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I		08:20	08:28	00:08	2	00:16		
3	Desconectar sistema hidráulico	I		08:29	08:39	00:10	2	00:20		
4	Colocar cadena a molde saliente	I		08:39	08:44	00:05	1	00:05		
5	Aflojar platinas de sujeción	I	4	08:39	08:48	00:09	2	00:18		
6	Bajar molde	I		08:48	08:53	00:05	2	00:10		
7	Subir molde a máquina	I		08:53	09:02	00:09	2	00:18		
8	Sujetar molde a máquina	I		09:02	09:09	00:07	2	00:14		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		09:09	09:14	00:05	2	00:10		
10	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		09:15	09:21	00:06	2	00:12		Se saca anillo de centración de molde toma 4 min.
11	Conectar sistema eléctrico	I		09:21	09:26	00:05	1	00:05		
12	Regulación	I	11	09:21	10:15	00:54	2	01:48		
						02:08	Total	04:01		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 39

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE MACETERO MAGNOLIA

Sale Balde Hidropónico

Máquina: NB600

Fecha: 18 de abril del 2002

Entra Macetero Magnolia

Responsable del cambio: Walter Lino

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		15:07	15:14	00:07	2	00:14		
2	Desconectar sistema hidráulico	I		15:15	15:17	00:02	2	00:04		
3	Colocar cadena a molde saliente	I		15:18	15:21	00:03	1	00:03		
4	Aflojar platinas de sujeción	I		15:18	15:26	00:08	2	00:16		
5	Bajar molde	I		15:26	15:33	00:07	2	00:14		
6	Subir molde a máquina	I		15:34	15:39	00:05	2	00:10		
7	Sujetar molde a máquina	I		15:39	15:46	00:07	2	00:14		
8	Conectar sistema de enfriamiento	I		15:46	15:54	00:08	2	00:16		
9	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		15:54	15:58	00:04	2	00:08		A las 16:12 se integra una persona para realizar esta operación
10	Conectar sistema eléctrico	I		15:58	16:02	00:04	1	00:04		
11	Regulación	I		15:58	16:17	00:19	1	00:19		
						01:14	Total	02:02		

Elementos extraños

A Buscar herramientas

B Busca a otra persona

Tabla 40

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE CESTO IMPERIAL

Sale Kaveta Robusta 21 cm.

Máquina: 675

Fecha: 19 de abril del 2002

Entra Cesto Imperial

Responsable del cambio: Edison Pinargote

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-Maq	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		09:44	09:48	00:04	1	00:04		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	09:44	09:51	00:07	2	00:14		
3	Desconectar sistema hidráulico	I		09:51	10:02	00:11	2	00:22		
4	Colocar cadena a molde saliente	I		10:02	10:06	00:04	1	00:04		
5	Aflojar platinas de sujeción	I	4	10:02	10:12	00:10	2	00:20		
6	Bajar molde	I		10:12	10:16	00:04	2	00:08		
7	Subir molde a máquina	I		10:16	10:21	00:05	2	00:10		
8	Sujetar molde a máquina	I		10:22	10:29	00:07	2	00:14		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		10:29	10:36	00:07	2	00:14		
10	Cambio de Boquilla	I		10:37	10:52	00:15	2	00:30		
11	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		10:52	11:01	00:09	2	00:18		
12	Conectar sistema eléctrico	I		11:01	11:05	00:04	1	00:04		
13	Regulación	I		11:05	11:23	00:18	2	00:36		
						01:45	Total	03:18		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 41

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE CESTO LIDER

Sale Kaveta Robusta 25.5 cm

Máquina: 725

Fecha: 20 de abril del 2002

Entra Cesto Lider

Responsable del cambio: Segundo Chimpantiza

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	13:50	13:58	00:08	2	00:16		
2	Desconectar sistema hidráulico	I		13:58	14:25	00:27	2	00:54		
3	Colocar cadena a molde saliente	I		14:25	14:29	00:04	1	00:04		
4	Aflojar platinas de sujeción	I	4	14:25	14:32	00:07	2	00:14		
5	Bajar molde	I		14:22	14:27	00:05	2	00:10		
6	Subir molde a máquina	I		14:28	14:35	00:07	2	00:14		
7	Sujetar molde a máquina	I		14:35	14:42	00:07	2	00:14		
8	Conectar sistema de enfriamiento	I		14:42	14:51	00:09	2	00:18		
9	Cambio de Boquilla	I		14:52	15:04	00:12	2	00:24		
10	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		15:13	15:28	00:15	2	00:30		
11	Conectar sistema eléctrico	I		15:28	15:35	00:07	1	00:07		
12	Regulación	I		15:35	15:55	00:20	2	00:40		
						02:08	Total	04:05		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Tabla 42

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE BACINILLA MONTECATINI

Sale Tapa Repostero Cuadrado

Máquina: 750

Fecha: 20 de abril del 2002

Entra Bacinilla Montecatini

Responsable del cambio Ivan Tubay

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 1

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		09:36	09:40	00:04	1	00:04		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	09:36	09:44	00:08	2	00:16		A las 9:40 se incorpora a la operación
3	Desconectar sistema hidráulico	I		09:44	09:53	00:09	2	00:18		
4	Colocar cadena a molde saliente	I		09:53	09:56	00:03	1	00:03		
5	Aflojar platinas de sujeción	I	4	09:53	10:01	00:08	2	00:16		A las 9:56 se incorpora a la operación
6	Bajar molde	I		10:01	10:07	00:06	2	00:12		
7	Subir molde a máquina	I		10:07	10:14	00:07	2	00:14		
8	Sujetar molde a máquina	I		10:14	10:20	00:06	2	00:12		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		10:20	10:27	00:07	1	00:07		
10	Cambio de Boquilla	I	9	10:27	10:48	00:21	2	00:42		
11	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		10:48	10:57	00:09	2	00:18		
12	Conectar sistema eléctrico	I		10:58	11:01	00:03	1	00:03		
13	Regulación	I		10:58	11:21	00:23	2	00:46		
						01:54	Total	03:31		

Elementos extraños

A Buscar herramientas

B Busca a otra persona

Tabla 43
ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE TACHO ICARO

Sale Mesa Capry Máquina: VD 700 Fecha: 24 de abril del 2002

Entra Tacho Icaro Responsable del cambio: Julio Granados Elaborado por: Edmundo Castro A

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema eléctrico	I		13:18	13:21	00:03	1	00:03		
2	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	13:18	13:26	00:08	2	00:16		Se integra una persona a la operación a las 13:21
3	Desconectar sistema hidráulico	I		13:26	13:45	00:19	2	00:38	A	Se busca el aceite toma 1 min
4	Colocar cadena a molde saliente	I		13:45	13:49	00:04	1	00:04		
5	Aflojar platinas de sujeción	I	4	13:49	13:54	00:05	1	00:05		
6	Bajar molde	I		13:54	13:59	00:05	2	00:10		
7	Subir molde a máquina	I		14:00	14:07	00:07	2	00:14		
8	Sujetar molde a máquina	I		14:08	14:16	00:08	2	00:16		
9	Conectar sistema de enfriamiento	I		14:17	14:26	00:09	2	00:18		
10	Cambio de Boquilla	I		14:26	14:41	00:15	2	00:30		
11	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I		14:41	14:49	00:08	2	00:16		
12	Conectar sistema eléctrico	I		14:50	14:53	00:03	1	00:03		
13	Regulación	I	12	14:50	15:28	00:38	2	01:16		
						02:12	Total	04:09		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

Análisis del estudio de tiempos

A continuación se muestran las tablas resúmenes de cada uno de los estudios mostrados anteriormente:

Tabla 44

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE KAVETA INDUSTRIAL CÓNICA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (65 min.)	2:10	39%	1:05	41%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (21 min.)	0:53	16%	0:21	13%
Cambio de boquilla (18 min.)	0:36	11%	0:18	11%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.(17 min.)	0:40	12%	0:17	11%
Ajustar/Desajustar molde (15 min.)	0:45	13%	0:15	10%
Subir/Bajar molde (10 min.)	0:20	6%	0:10	6%
Conectar sistema elect. (06 min.)	0:06	2%	0:06	4%
Poner cadena (05 min.)	0:05	1%	0:05	3%
Total	5:35	100%	2:37	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
CONEXIONES MAL EFECTUADAS	0:03:00	1%
TOTAL	0:03:00	1%

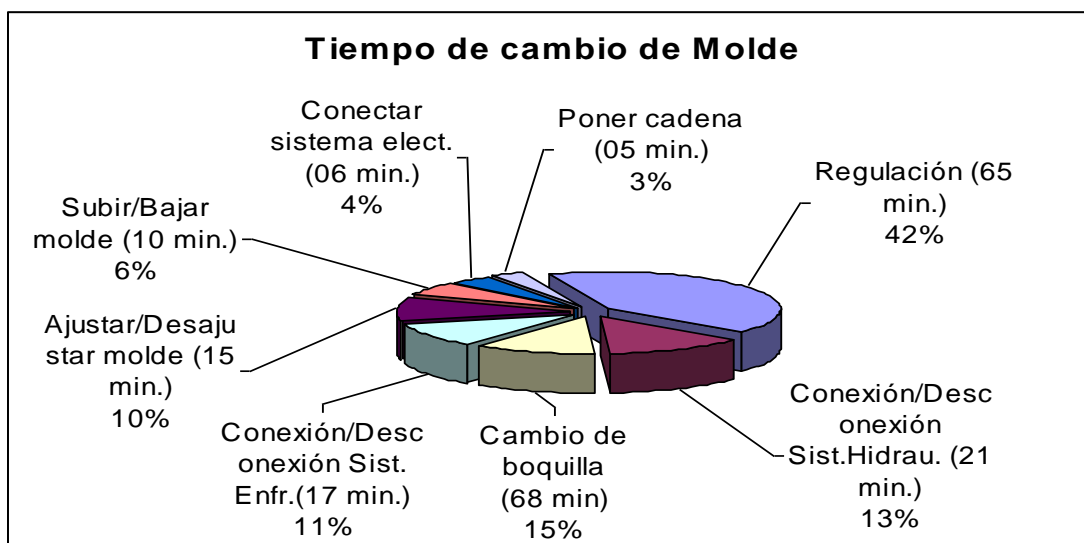


Tabla 45

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MESA RIVIERA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (47 min.)	1:34	36%	0:47	35%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (29 min.)	0:58	22%	0:29	21%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.(16 min.)	0:32	12%	0:16	12%
Ajustar/Desajustar molde (16 min.)	0:32	12%	0:16	12%
Bajar/Subir molde (13 min.)	0:26	10%	0:13	10%
Conectar sistema elect. (07 min.)	0:10	4%	0:07	5%
Poner cadena (4 min.)	0:04	2%	0:04	3%
Cambio de boquilla (04 min.)	0:04	1,5%	0:04	3%
Total	4:20	100%	2:16	100%

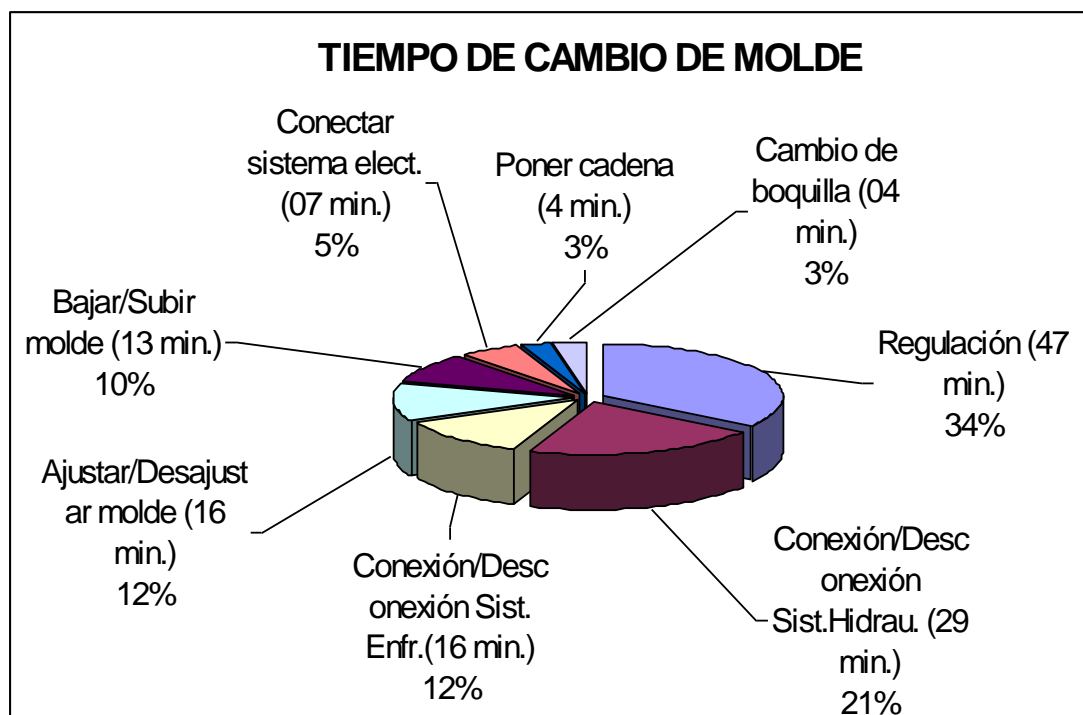


Tabla 46

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MESA MARBELLA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (51 min.)	1:48	45%	0:54	42%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (16 min.)	0:32	13%	0:16	13%
Ajustar/Desajustar molde (16 min.)	0:32	13%	0:16	13%
Montar/Desmontar molde (14 min.)	0:28	12%	0:14	11%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (13 min.)	0:26	11%	0:13	10%
Conectar sistema elect. (10 min.)	0:10	4%	0:10	8%
Poner cadenas (05 min.)	0:05	2%	0:05	4%
Total	4:01	100%	2:08	100%

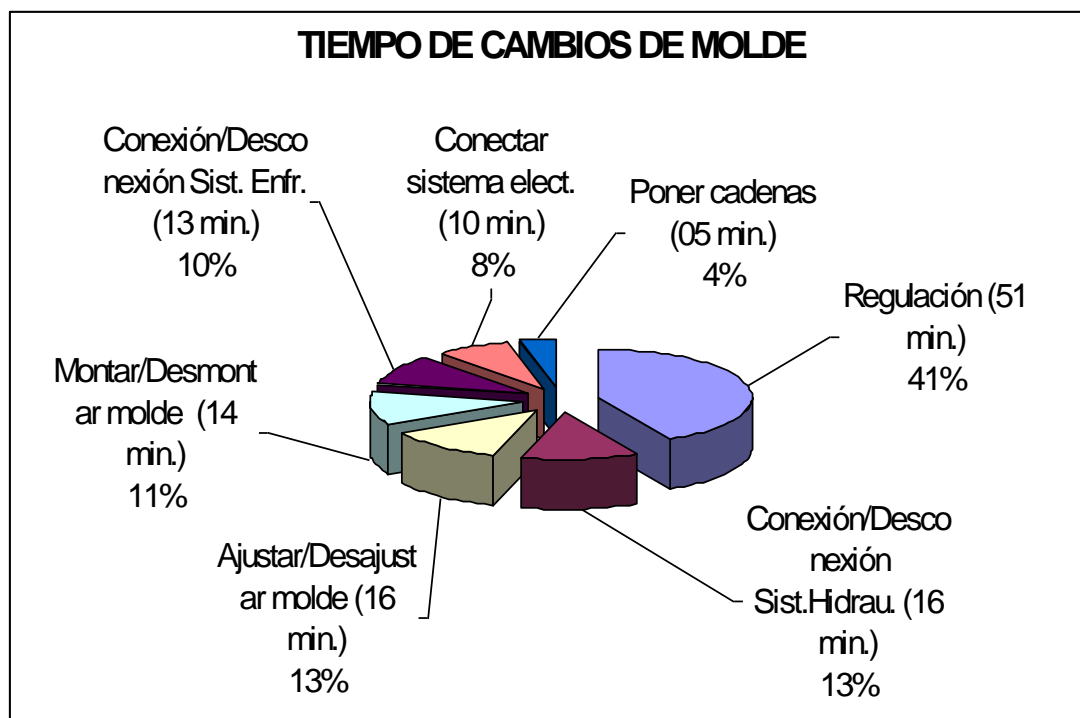


Tabla 47

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MACETERO MAGNOLIA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (19 min.)	0:19	16%	0:19	26%
Ajustar/Desajustar molde (15 min.)	0:30	25%	0:15	20%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (15 min.)	0:30	25%	0:15	20%
Montar/Desmontar molde (12 min.)	0:24	20%	0:12	16%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (06 min.)	0:12	10%	0:06	8%
Conexión/Desconexión sist. Eléc. (04 min.)	0:04	3%	0:04	5%
Poner cadena (03 min.)	0:03	2%	0:03	4%
Total	2:02	100%	1:14	100%

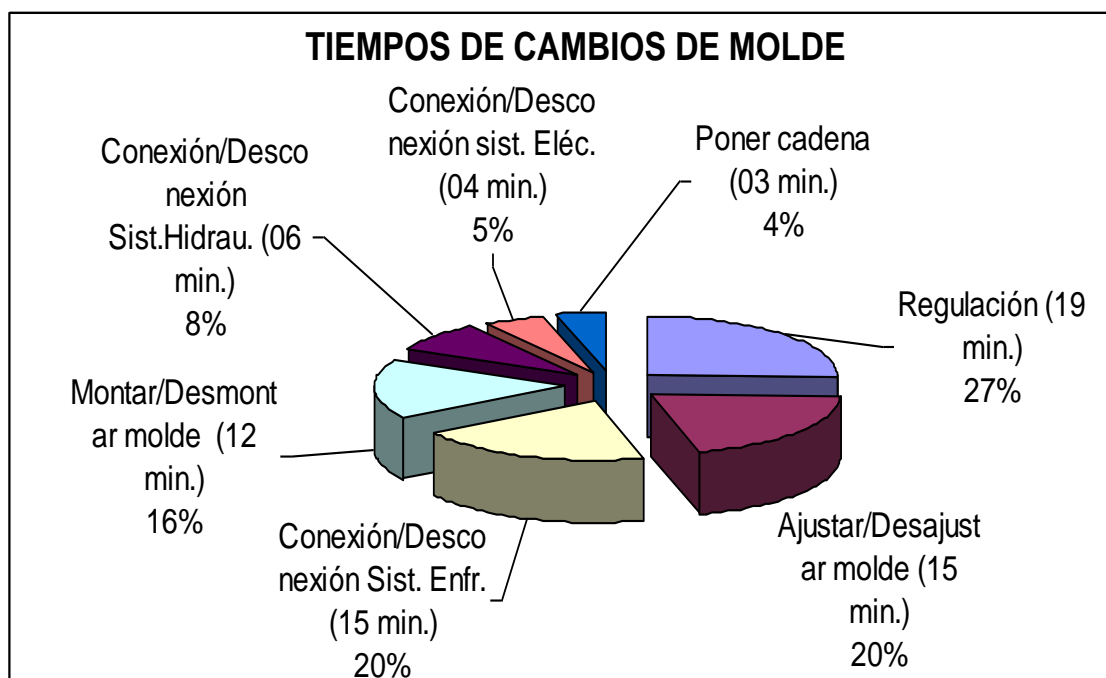


Tabla 48

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE CESTO IMPERIAL

DESCRIPCION	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (20 min.)	0:40	20%	0:20	19%
Regulación (18 min)	0:36	18%	0:18	17%
Ajustar/Desajustar molde (17 min)	0:34	17%	0:17	16%
Cambio de boquilla (15 min)	0:30	15%	0:15	14%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (14 min)	0:28	14%	0:14	13%
Montar/Desmontar molde (09 min)	0:18	9%	0:09	9%
Conectar sistema elect. (08 min.)	0:08	4%	0:08	8%
Poner cadenas (04 min.)	0:04	2%	0:04	4%
Total	3:18	100%	1:45	100%

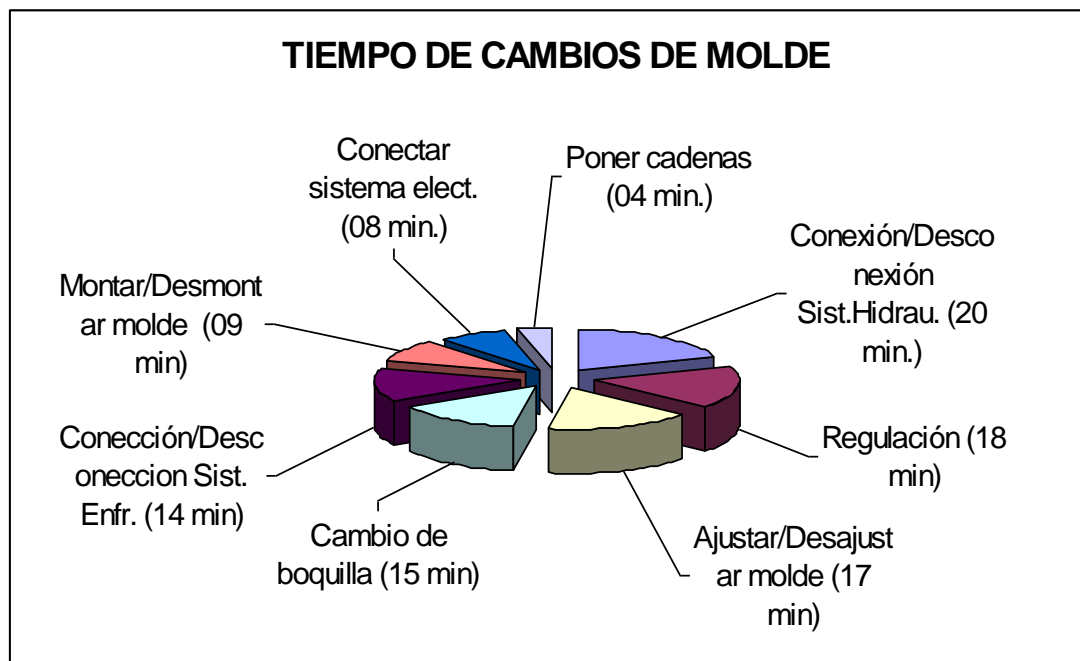


Tabla 49

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE CESTO LIDER

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (42 min.)	1:24	34%	0:42	33%
Regulación (20 min)	0:40	16%	0:20	16%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (17 min.)	0:34	14%	0:17	13%
Ajustar/Desajustar molde (14 min.)	0:28	11%	0:14	11%
Subir/Bajar molde (12 min)	0:24	10%	0:12	9%
Cambio de boquilla (12 min)	0:24	10%	0:12	9%
Conectar sistema elect. (07 min.)	0:07	3%	0:07	5%
Poner/sacar cáncamos (04 min.)	0:04	2%	0:04	3%
Total	4:05	100%	2:08	100%

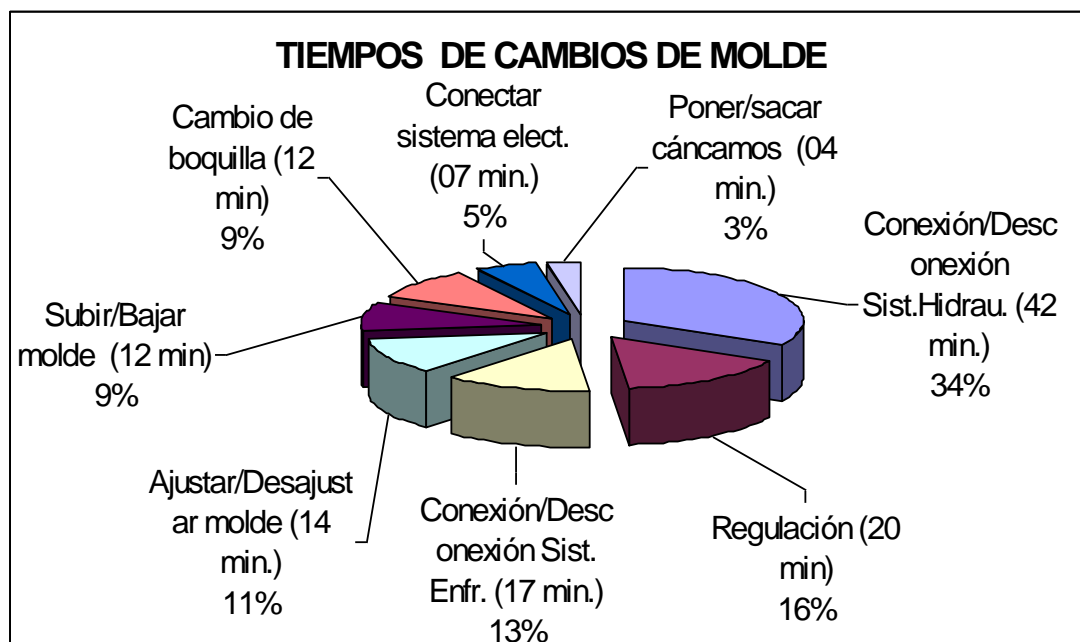


Tabla 50

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE BACINILLA MONTECATINI

DESCRIPCION	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (23 min)	0:46	27%	0:23	26%
Cambio de Boquilla (21 min)	0:42	25%	0:21	24%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (15 min)	0:23	14%	0:15	17%
Ajustar/Desajustar molde (14 min)	0:28	17%	0:14	16%
Montar/Desmontar molde (13 min)	0:26	15%	0:13	15%
Poner/sacar cáncamos (03 min)	0:03	2%	0:03	3%
Total	2:48	100%	1:29	100%

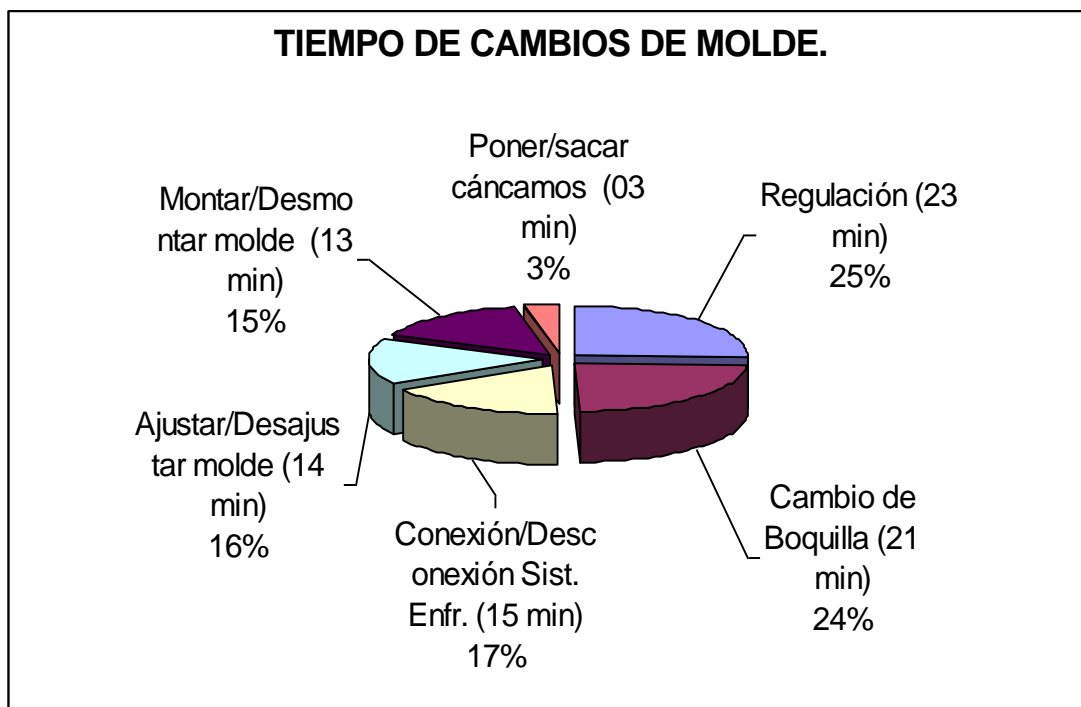
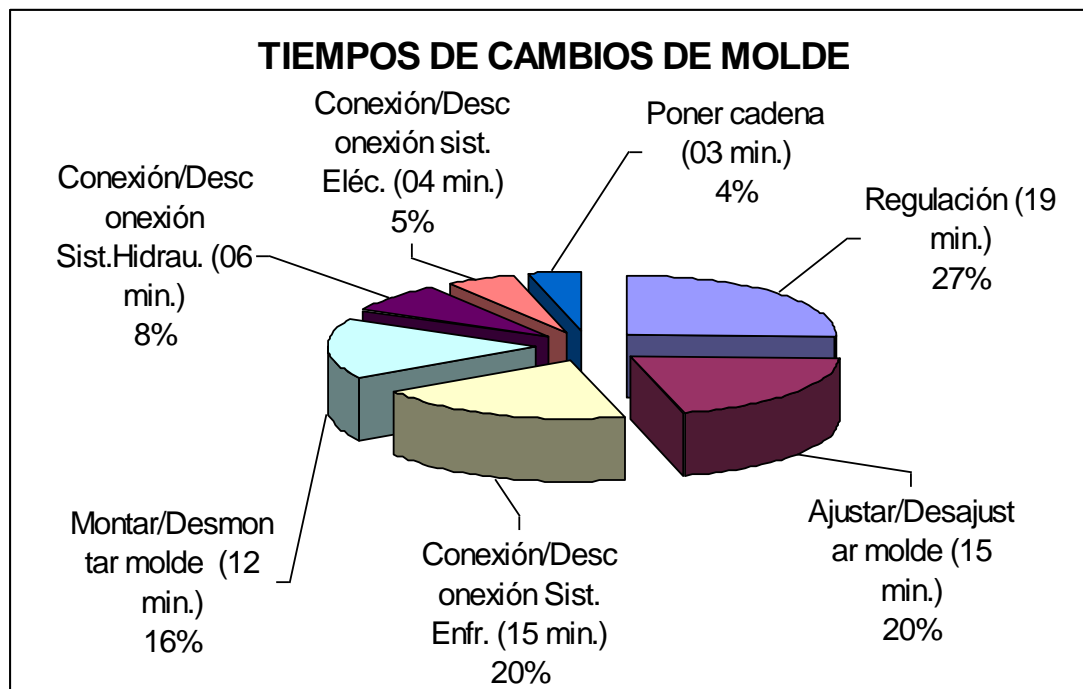


Tabla 51

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE TACHO ICARO

DESCRIPCION	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (38 min)	1:16	31%	0:38	29%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (27 min.)	0:54	22%	0:27	20%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (17 min)	0:34	14%	0:17	13%
Cambio de Boquilla (15 min)	0:30	12%	0:15	11%
Ajustar/Desajustar molde (13 min)	0:21	8%	0:13	10%
Montar/Desmontar molde (12 min)	0:24	10%	0:12	9%
Conectar sistema elect. (06 min.)	0:06	2%	0:06	5%
Poner/sacar cáncamos (04 min)	0:04	2%	0:04	3%



5.6 Análisis de Resultados

A continuación se muestra la comparación de los tiempos antes y después del análisis de cada una de las operaciones. El análisis se lo realiza comparando las horas hombre como las horas máquina.

Tiempos con relación a las horas hombre:

Tabla 52

TABLA DE LAS HORAS HOMBRES TOTALES UTILIZADAS EN LOS CAMBIOS DE MOLDES ANTES DEL ANÁLISIS

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Hor.hom)	Hora. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	27:01:00	1:41:19	22%	22%	A
Ajustar/Desajustar molde	23:46:00	1:29:07	20%	42%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	22:36:00	1:24:45	19%	61%	A
Subir/Bajar molde	15:57:00	0:59:49	13%	74%	A
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	14:20:00	0:53:45	12%	86%	B
Conectar sistema elect.	7:17:00	0:27:19	6%	92%	B
Cambio de boquilla	3:22:00	0:12:38	3%	95%	B
Poner/sacar cáncamos	3:06:00	0:11:37	3%	98%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:07:34	2%	99%	C
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:52:00	0:03:15	1%	100%	C
TOTAL	120:18:00	7:31:07	100%		

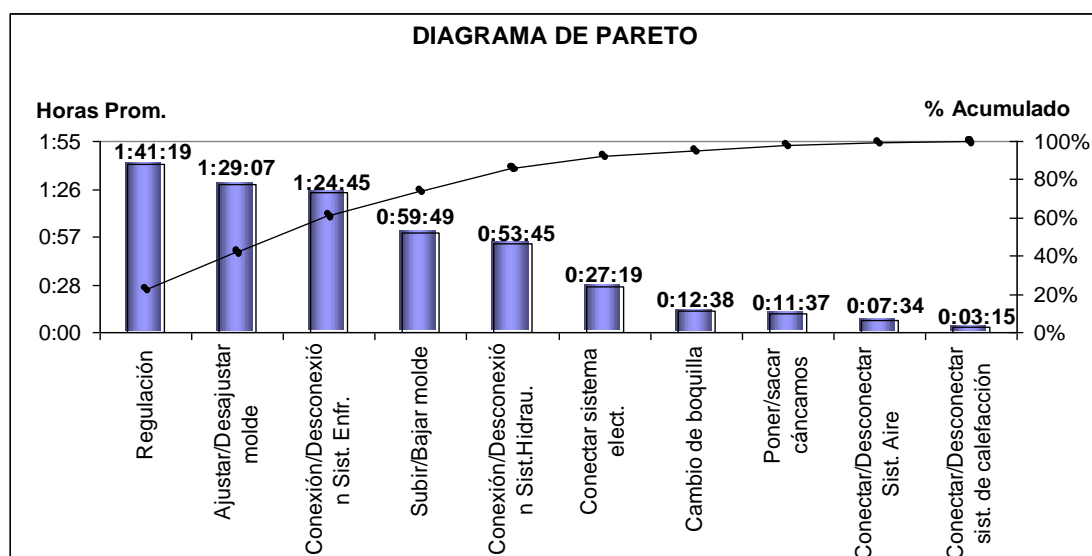
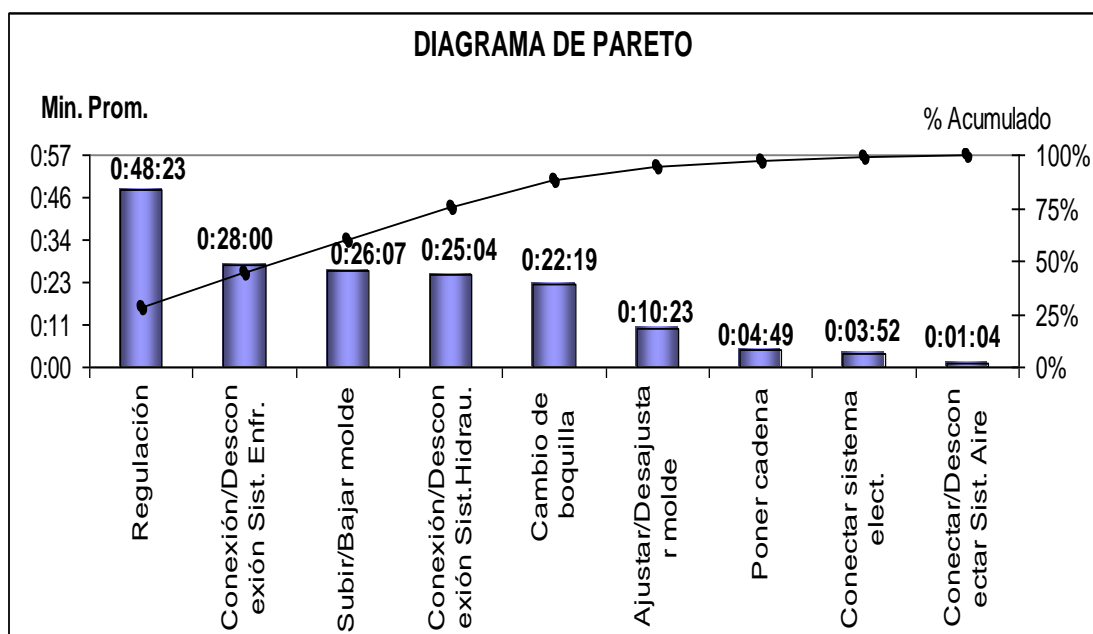


Tabla 53

**TABLA DE LAS HORAS HOMBRES TOTALES UTILIZADAS EN LOS
CAMBIOS DE MOLDES DESPUÉS DEL ANÁLISIS**

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Hor.hom.)	Min. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	12:54:00	0:48:23	28%	28%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	7:28:00	0:28:00	16%	45%	A
Subir/Bajar molde	6:58:00	0:26:07	15%	60%	A
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	6:41:00	0:25:04	15%	75%	A
Cambio de boquilla	5:57:00	0:22:19	13%	88%	B
Ajustar/Desajustar molde	2:46:00	0:10:23	6%	94%	B
Poner cadena	1:17:00	0:04:49	3%	97%	C
Conectar sistema elect.	1:02:00	0:03:52	2%	99%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	0:17:00	0:01:04	1%	100%	C
TOTAL	45:20:00	2:50:00	100%		



Comparativo de los tiempos antes y después del análisis basado en horas hombre:

Tabla 54

TABLA COMPARATIVAS DE LAS HORAS HOMBRES TOTALES UTILIZADAS EN LOS CAMBIOS DE MOLDE ANTES Y DESPUÉS DEL ANÁLISIS

	Antes del análisis	Después del análisis	% de Reducción
Regulación	27:01:00	12:54:00	52%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	22:36:00	7:28:00	67%
Subir/Bajar molde	15:57:00	6:58:00	56%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	14:20:00	6:41:00	53%
Cambio de boquilla	3:22:00	5:57:00	-77%
Ajustar/Desajustar molde	23:46:00	2:46:00	88%
Poner cadena	3:06:00	1:17:00	59%
Conectar sistema elect.	7:17:00	1:02:00	86%
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:17:00	86%
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:52:00	0:00:00	100%
TOTALES	120:18:00	45:20:00	62%

Como podemos ver luego del análisis el tiempo general (tiempo de los 16 estudios se muestran en la tesis) de cambio de molde se ha reducido en un 62% lo que representa una reducción de aproximadamente 75 horas hombre. Considerando la información anteriormente mostrada, se comparan los tiempos promedios de cada operación; lo cual se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 55

**TABLA COMPARATIVAS DE LAS HORAS HOMBRES PROMEDIO
UTILIZADAS POR OPERACIÓN EN LOS CAMBIOS DE MOLDE
ANTES Y DESPUÉS DEL ANÁLISIS**

	Antes del análisis	Después del análisis
Regulación	1:41:19	0:48:23
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	1:24:45	0:28:00
Subir/Bajar molde	0:59:49	0:26:07
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	0:53:45	0:25:04
Cambio de boquilla	0:12:38	0:22:19
Ajustar/Desajustar molde	1:29:07	0:10:23
Poner cadena	0:11:37	0:04:49
Conectar sistema elect.	0:27:19	0:03:52
Conectar/Desconectar Sist. Aire	0:07:34	0:01:04
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:03:15	0:00:00
TOTALES	7:31:07	2:50:00

Como podemos ver el tiempo promedio de cambio de molde antes del análisis era de aproximadamente 7.5 horas hombres y luego del análisis el tiempo promedio de cambio de molde es de 2.83 horas hombres, obteniendo una reducción de 4.68 hora hombres. Es importante mencionar que estos valores corresponden a los 16 estudios de tiempos presentados en la tesis.

Tiempos con relación a las horas máquina:

Tabla 56

**TABLA DE LAS HORAS MAQUINAS TOTALES UTILIZADAS EN LOS
CAMBIOS DE MOLDES ANTES DEL ANÁLISIS**

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Hor.máq.)	Hor. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	26:08:00	1:38:00	33%	33%	A
Ajustar/Desajustar molde	12:17:00	0:46:04	16%	49%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	9:43:00	0:36:26	12%	61%	A
Subir/Bajar molde	9:14:00	0:34:37	12%	73%	A
Conectar sistema elect.	7:15:00	0:27:11	9%	82%	A
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	6:24:00	0:24:00	8%	90%	B
Cambio de boquilla	3:06:00	0:11:38	4%	94%	B
Poner/sacar cáncamos	2:09:00	0:08:04	3%	97%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:07:34	3%	99%	C
Conectar/Desconectar Sist. de calefacción	0:26:00	0:01:37	1%	100%	C
TOTAL	78:43:00	4:55:11	100%		

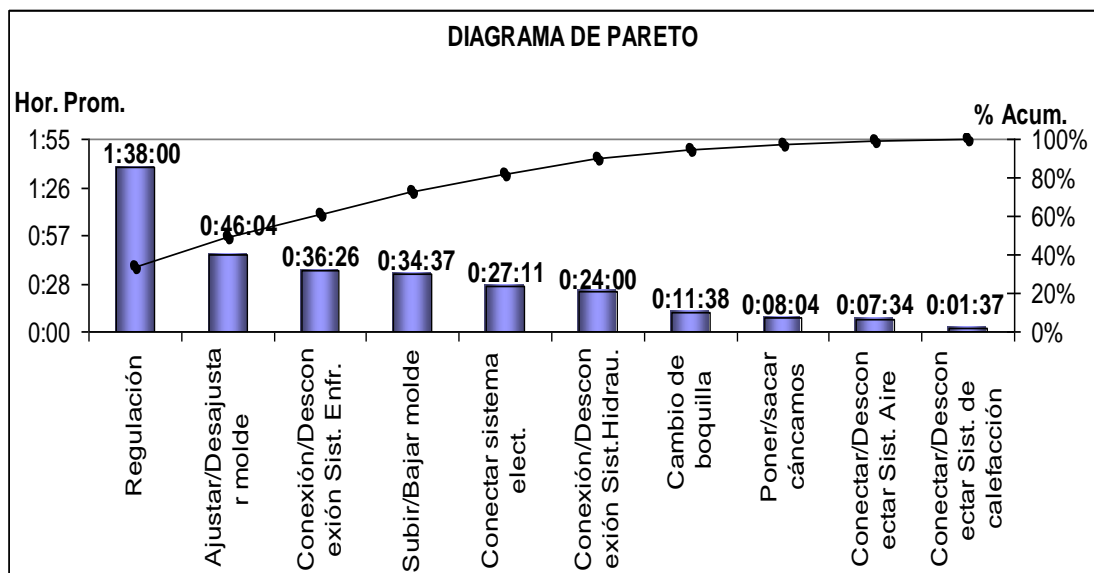
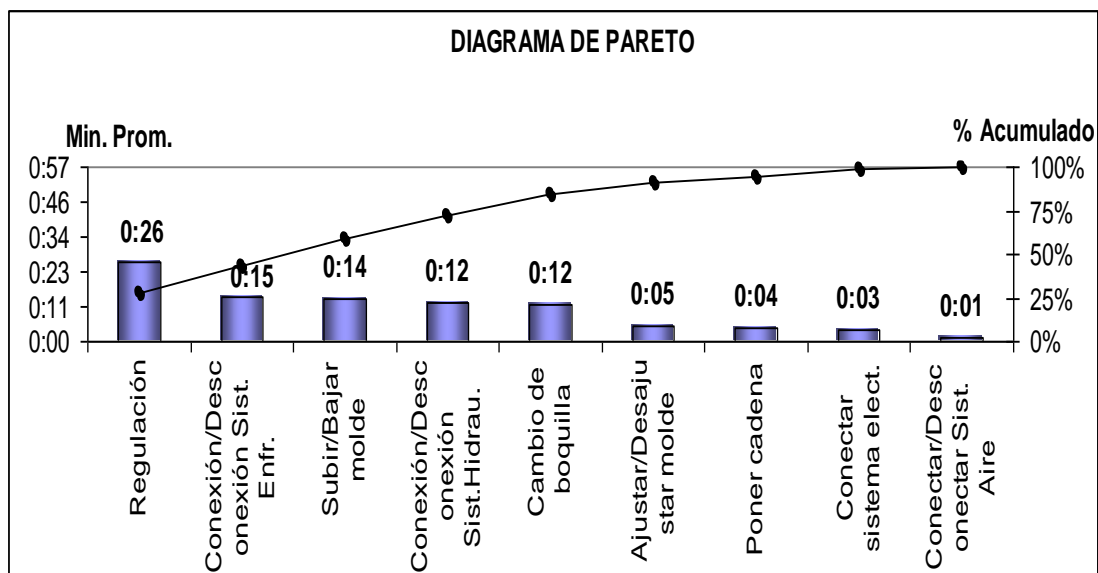


Tabla 57

**TABLA DE LAS HORAS MAQUINA TOTALES UTILIZADAS EN LOS
CAMBIOS DE MOLDES DESPUÉS DEL ANÁLISIS**

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Min.máq)	Min. Prom.	% TOTAL	Acum.	ABC
Regulación	7:03	0:26	28%	28%	A
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	4:00	0:15	16%	44%	A
Subir/Bajar molde	3:44	0:14	15%	59%	A
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	3:25	0:12	14%	72%	A
Cambio de boquilla	3:16	0:12	13%	85%	B
Ajustar/Desajustar molde	1:25	0:05	6%	91%	B
Poner cadena	1:07	0:04	4%	95%	B
Conectar sistema elect.	0:59	0:03	4%	99%	C
Conectar/Desconectar Sist. Aire	0:17	0:01	1%	100%	C
TOTAL	25:16:00	1:34	100%		



Comparativo de los tiempos antes y después del análisis basado en hora máquina:

Tabla 58

TABLA COMPARATIVAS DE LAS HORAS MAQUINA TOTALES UTILIZADAS EN LOS CAMBIOS DE MOLDE ANTES Y DESPUÉS DEL ANÁLISIS

	Antes del análisis	Después del análisis	% de Reducción
Regulación	26:08:00	7:03:00	73%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	9:43:00	4:00:00	59%
Subir/Bajar molde	9:14:00	3:44:00	60%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	6:24:00	3:25:00	47%
Cambio de boquilla	3:06:00	3:16:00	-5%
Ajustar/Desajustar molde	12:17:00	1:25:00	88%
Poner cadena	2:09:00	1:07:00	48%
Conectar sistema elect.	7:15:00	0:59:00	86%
Conectar/Desconectar Sist. Aire	2:01:00	0:17:00	86%
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:26:00	0:00:00	
TOTALES	78:43:00	25:16:00	68%

Como podemos ver en el análisis basado en las horas máquina el tiempo general de cambio de molde se ha reducido en un 68% lo que representa una reducción de aproximadamente 53.27 horas máquina. Considerando la información anteriormente mostrada, se comparan los tiempos promedios de cada operación; lo cual se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 59

**TABLA COMPARATIVAS DE LAS HORAS MAQUINA PROMEDIO
UTILIZADAS POR OPERACIÓN EN LOS CAMBIOS DE MOLDE
ANTES Y DESPUÉS DEL ANÁLISIS**

	Antes del análisis	Después del análisis
Regulación	1:38:00	0:26:26
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.	0:36:26	0:15:00
Subir/Bajar molde	0:34:37	0:14:00
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau.	0:24:00	0:12:49
Cambio de boquilla	0:11:38	0:12:15
Ajustar/Desajustar molde	0:46:04	0:05:19
Poner cadena	0:08:04	0:04:11
Conectar sistema elect.	0:27:11	0:03:41
Conectar/Desconectar Sist. Aire	0:07:34	0:01:04
Conectar/Desconectar sist. de calefacción	0:01:37	0:00:00
TOTALES	4:55:11	1:34:45

Como notar el tiempo promedio de cambio de molde antes del análisis era de aproximadamente 4.55 horas máquina y luego del análisis el tiempo promedio de cambio de molde es de 1.34 horas máquina, obteniendo una reducción de 3.21 hora máquina por cambio de molde. Es importante mencionar que estos valores corresponden a los 16 estudios de tiempos presentados en la tesis.

5.7 Análisis costo-beneficio de la aplicación de la técnica SMED

Para obtener la reducción mostrada anteriormente se debieron realizar varias inversiones. Estas inversiones se las realizaron para la compra de ciertos accesorios, entre estos tenemos: pistolas neumáticas, conectores rápidos, mangueras, conectores eléctricos rápidos y cáncamos.

A continuación se muestra la justificación de cada uno de estos accesorios:

Justificación de conectores neumáticos

Con la implantación del uso de los conectores rápidos se logró obtener una reducción del 59% del tiempo de la operación, para ello fue necesario adquirir 2400 unidades; a un costo máximo de USD \$ 6 cada uno de acuerdo a lo que se muestra a continuación:

Tabla 60

TABLA DE JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LOS CONECTORES RÁPIDOS

Inversión en conectores rápidos:	AC	MC	BC	
Cantidad de conectores a comprar (und.)	1000	800	600	
Precio máx. de conectores (USD \$)	6,00	4,00	3,08	Total
Costo Total Conectores (USD \$)	6.000	3.200	1.848	11.048

Inversión en mangueras	AC	MC	BC	
Cantidad de manguera a comprar (m.)	100	200	200	
Precio promedio por metro de manguera (USD \$)	2,4	3,2	3,2	Total
Costo Total Manguera, USD	240	640	640	1.520
Total de la inversión, USD	12.568			

Justificación de la inversión	AC	MC	BC	
Tiempo promedio X cambio de molde (primer semestre 2001)	214,5	112,5	67,5	
Número de cambios promedio/día	2	5	4	
Total de tiempo utilizado en la operación por cambio (17%)	36,5	19,1	11,5	
Ahorro por cambio, min (50%)	18,23	9,56	5,74	
Ahorro total por día, Min	36,5	47,8	23,0	
Kg./min-maq (primer semestre 2001)	1,4	0,4	0,1	
Kg. que se podrían producir por día	52,3	18,8	1,9	
Kg. Adicionales que se podrían producir por mes	1.256	376	38	
Total Kg. que se podrían producir por mes	1.669			
Kg. Producidos en el ahorro traducidos a Kg. De Venta (USD \$)	3.389			
Utilidad adicional (18% asumida - USD \$)	610	(a)		
Ahorro mano de obra por día (min.)	109,4	95,6	23,0	
Ahorro mano de obra mensual (h.)	43,8	31,9	7,7	
Ahorro mano de obra mensual (USD \$)	39,4	28,7	6,9	
Ahorro M.O total I-S mensual (USD \$)	75	(b)		
Beneficio total mensual (a) + (b) (USD \$)	685			
Beneficio total anual (USD \$)	8.220			

Tiempo de recuperación de la inversión (meses)	18
---	-----------

Justificación del uso cáncamos en cada molde

Para disminuir el tiempo de la operación colocar o retirar cáncamos y cadenas en un 48%, fue necesario fijar cáncamos en cada uno de los moldes. Con la implantación de esta medida se logró eliminar la operación de colocar y retirar cáncamos.

Tabla 61

TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE CÁNCAMOS EN CADA MOLDE

Inversión en Cáncamos	
Cantidad de cáncamos a comprar (und.)	96
Precio máx. de cáncamos (USD \$)	50
Total de la inversión (USD \$)	4,800

Justificación de la inversión	
Tiempo promedio de poner y sacar cáncamos (min.)	4
Número de cambios de molde diario	11
Tiempo perdido promedio en cambios de molde al día (min.)	44
Cantidad de Kilos que la planta procesa por minuto (kg/min.)	0.64
Cantidad de kilos de producción que se pierde por cáncamos al día	28
Días de producción al mes	22
Cantidad de kilos de producción que se pierde por cáncamos al mes	620
Costo por kilo del material procesado	2
Total de kilos traducidos a ventas	1,239
Utilidad adicional (18% asumida - USD \$) (a)	223
Ahorro mano de obra por día (min.)	22.0
Ahorro mano de obra mensual (h.)	7.3
Ahorro mano de obra mensual (USD \$) (b)	7.3
Beneficio total mensual (a) + (b) (USD \$)	230.3
Tiempo de recuperación de la inversión (meses)	21

Justificación del uso de pistolas neumáticas

Con el uso de las pistolas neumáticas se logró una reducción del 88% del tiempo estándar promedio de esta operación. A continuación se presenta la justificación de su implantación.

Tabla 62

TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE PISTOLAS NEUMÁTICAS

Inversión en Pistolas Neumáticas	
Cantidad de pistolas a comprar (und.)	3
Precio de cada pistola (USD \$)	1500
Total de la inversión (USD \$)	4,500
Justificación de la inversión	
Tiempo promedio de ajustar y desajustar máquina (min.)	46
Ahorro por cada cambio (88% de reducción)	40
Número de cambios de molde diario en alto y mediano consumo	7
Tiempo ahorrado promedio en cambios de molde al día (min.)	283
Cantidad de Kilos que la planta procesa por minuto (kg/min-maq.)	0.90
Cantidad de kilos que se podrían producir al día	255
Días de producción al mes	22
Cantidad de kilos de producción que se podrían producir al mes	5,611
Costo por kilo del material procesado (USD \$)	2
Total de kilos traducidos a ventas	11,221
Utilidad adicional (18% asumida - USD \$) (a)	2,020
Ahorro mano de obra por día (min.)	283
Ahorro mano de obra mensual (h.)	104
Ahorro mano de obra mensual (USD \$) (b)	103
Beneficio total mensual (a) + (b) (USD \$)	2,123
Tiempo de recuperación de la inversión (meses)	2

Justificación del uso de conectores eléctricos rápidos

Finalmente tenemos la justificación del uso de los conectores eléctricos rápidos. Con el uso de estos conectores rápidos se logró

una reducción del 86% en el tiempo estándar promedio de esta operación. A continuación su justificación:

Tabla 63

TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE CONECTORES ELÉCTRICOS RÁPIDOS

Inversión en Conectores eléctricos rápidos	
Cantidad de conectores a comprar (und.)	30
Precio de cada conector (USD \$)	150
Total de la inversión (USD \$)	4,500
Justificación de la inversión	
Tiempo promedio de conectar sistema eléctrico (min.)	27
Ahorro por cada cambio (80% de reducción)	22
Número de cambios de molde diario en alto consumo	2
Tiempo ahorrado promedio en cambios de molde al día (min.)	43
Cantidad de Kilos que la planta procesa por minuto en al con. (kg/min-maq.)	1.43
Cantidad de kilos que se podrían producir al día	62
Días de producción al mes	22
Cantidad de kilos de producción que se podrían producir al mes	1,359
Costo por kilo del material procesado (USD \$)	2
Total de kilos traducidos a ventas	2,718
Utilidad adicional (18% asumida - USD \$) (a)	489
Ahorro mano de obra por día (min.)	48
Ahorro mano de obra mensual (h.)	19
Ahorro mano de obra mensual (USD \$) (b)	19
Beneficio total mensual (a) + (b) (USD \$)	508
Tiempo de recuperación de la inversión (meses)	9

El total de la inversión asciende a USD \$ 26.368,00 con un tiempo de recuperación total de la inversión de 18 meses.

CONCLUSIONES

1. Para alcanzar el objetivo de reducir el tiempo de cambio de molde en un 30%, se realizaron 50 estudios de tiempo de diferentes áreas de alto mediano y bajo consumo, para establecer un diagnóstico de la situación inicial proceso.
2. Luego de realizar el estudio de tiempo se determino que las operaciones de mayor impacto en el cambio de molde y objetivos a disminuir son: Regulación de la máquina, conexión y desconexión de sistema de enfriamiento, ajustar y desajustar molde y subir y bajar molde. Sin embargo, se tomaron en cuenta todas las operaciones que eran susceptibles a mejoras.

3. Luego de establecidas las operaciones objetivos a mejorar se les realizó a cada una de estas un análisis causa-efecto, para identificar cuales eran las causas o factores que influían a que el tiempo de estas sea alto.
4. Una vez identificadas las causas que influían a que el tiempo de las operaciones sea alto, se realizó una lluvia de ideas con el objetivo de establecer las acciones correctivas a tomar y de esta manera mejorar los tiempos. Para la realización de la lluvia de ideas se involucro a todo el personal operativo y administrativo de la planta relacionado con el proceso de cambio de molde.
5. En las reuniones realizadas con el personal operativo y administrativo de la empresa se mostró una buena predisposición hacia el cambio, ya que desde el inicio se les mostró los beneficios que se podían alcanzar con la implantación del SMED.
6. Adicionalmente al uso de la técnica SMED, durante el análisis fue necesario utilizar los sistemas poka-yoke; que significa a prueba de tontos. Estos sistemas fueron utilizados para identificar los tipos de roscas existentes en las prensas de las inyectoras y de esta manera mejorar el tiempo de la operación ajustar y desajustar molde a máquina.

7. Luego del análisis y la conversión de las operaciones de internas a externas se logró eliminar varias de ellas, entre las que tenemos: colocar y retirar cáncamos, colocar y retirar suples para un buen encaje molde máquina. Para eliminar la operación de colocar y retirar cáncamos fue necesario la adquisición de 96 unidades de estos y la eliminación de colocar y retirar suples se la logró estableciendo un listado de prioridades de molde por máquina y de esta manera se tiene un buen encaje molde máquina y se mejora la forma de programar la producción.
8. Luego de realizados los diagramas causa-efecto, las lluvias de ideas y culminada la aplicación de la técnica SMED se elaboro un plan de mejoras de las operaciones y posteriormente se elaboro un cronograma de actividades en el cual se establecieron responsables y fechas de culminación de cada una de estas.
9. Para mejorar la operación de conectar y desconectar el sistema de enfriamiento fue necesaria la implantación de conectores rápidos y manguera. Con el uso de estos se logró obtener una reducción del 59% de tiempo de la operación, para ello fue necesario adquirir 2400 conectores rápidos y 500 m. de manguera; a un costo total de USD \$ 12.568.

10. Con la reducción del 59% en el tiempo de la operación de conectar y desconectar el sistema de enfriamiento, se logró producir 1.669 kilos adicionales; lo que equivale a un beneficio económico de USD \$ 685 mensuales. Con este beneficio se logrará recuperar la inversión realizada en 18 meses.
11. Para disminuir el tiempo de la operación colocar o retirar cáncamos y cadenas en un 48%, fue necesario fijar cáncamos en cada uno de los moldes. Con la implantación de esta medida se logró eliminar la operación de colocar y retirar cáncamos. La inversión necesaria fue de USD \$ 4.800.
12. Luego de fijar los cáncamos a los moldes se logró producir 620 kilos adicionales; lo que equivale a un beneficio económico de USD \$ 230 mensuales. Con este beneficio se logrará recuperar la inversión realizada en 21 meses.
13. Para disminuir el tiempo de la operación ajustar y desajustar molde a máquina en un 88% fue necesario la adquisición de tres pistolas neumáticas. La inversión requerida para esto fue de USD \$ 4.500.
14. Con el uso de las pistolas neumáticas se logro aumentar la producción en 5.611 kilos mensuales, lo que equivale a un beneficio económico

de USD \$ 2.123 mensuales. Con este beneficio se logrará recuperar la inversión realizada en 2 meses.

15. Para disminuir el tiempo de la operación de conectar y desconectar el sistema eléctrico en un 88% fue necesario la compra de conectores eléctricos rápidos. La inversión requerida para esto fue de USD \$ 4.500.
16. Con esta medida se logro aumentar la producción en 1.359 kilos mensuales, lo que equivale a un beneficio económico de USD \$ 508 mensuales. Con este beneficio se logrará recuperar la inversión realizada en 9 meses.
17. El total de la inversión asciende a USD \$ 26.368,00 con un beneficio mensual de USD \$3.546 con un tiempo de recuperación total de la inversión de 8 meses.
18. Luego de la aplicación de la técnica SMED y de la culminación de los análisis de tiempo se desarrollo un procedimiento y normas que le permitirán al trabajador tener una secuencia lógica en el desarrollo de su trabajo ya que al inicio de este proyecto no se contaba con un procedimiento establecido para el cambio de molde, por lo cual las personas ejecutaban su trabajo sin directriz.

RECOMENDACIONES

1. Los tiempos de apertura y cierre del molde, avance del pistón de inyección son tiempos muertos que no pueden utilizarse para moldear piezas y conviene reducirlos lo más posible, de manera que se pueda aumentar la producción por hora de la máquina y por ende la eficiencia del área.
2. Se recomienda realizar un análisis de diseño mecánico con el objetivo de estandarizar la forma y los tamaños de las boquillas de manera que esta operación sea eliminada.
3. Se debe realizar mantenimiento a las máquinas, ya que actualmente se espera que estas tengan problemas para corregirlo; lo que ocasiona que el tiempo de regulación de máquina aumente debido a que esta está relacionado con el buen funcionamiento de la máquina.

4. El desarrollo de esta tesis solo se ha llevado a cabo en el área de inyección, se recomienda en un futuro desarrollar un proyecto similar en el área para la inyección de calzado y así alcanzar los beneficios de esta técnica.
5. Se debe capacitar continuamente al personal operativo en cuanto a condiciones de operación de la máquina y de esta manera puedan conocer profundamente el funcionamiento de esta.
6. Para mejorar la comunicación entre los supervisores y el personal operativo se debe de establecer un canal de comunicación rápido de manera que se informen los problemas existentes y así obtener una respuesta rápida de las personas que pueden solucionarlo.

APÉNDICES

APÉNDICE A

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE MESA CÓCTEL

Sale Silla Jamaica

Máquina: 3000 A

Fecha: 08 de enero del 2002

Entra Mesa Coktel

Responsable del cambio William Lino

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-máq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		10:06	10:14	00:08	2	00:16		
2	Colocar cáncamos y cadena a molde saliente	E	1	10:11	10:13	00:02	1	00:02		
3	Ubicación del teclé en la máquina	E	4	10:14	10:18	00:04	1	00:04		
4	Conectar sistema hidráulico con molde abajo	I	3	10:15	10:35	00:20	1	00:20		
5	Aflojar platinas de sujeción	I		10:18	10:27	00:09	2	00:18		
6	Aflojar seguro de apertura de prensa	I		10:27	10:28	00:01	1	00:01		
7	Abrir prensa para sacar molde	I		10:28	10:35	00:07	1	00:07		
8	Bajar molde	I		10:35	10:41	00:06	2	00:12		Se sacan neplos de la parte de abajo del molde toma 2 min.
9	Poner cadena y cáncamos a molde entrante	E	8	10:40	10:42	00:02	1	00:02		
10	Subir molde a máquina	I		10:42	11:40	00:58	2	01:56		Le colocan neplos en la parte de abajo, una persona de preparación y se pierde tiempo para montar el molde a la máquina 10 min.
11	Sujetar molde a máquina	I		11:40	12:09	00:29	3	01:27		Una persona se integra a las 12:04
12	Retirar cadena y cáncamos a molde entrante	E		12:00	12:01	00:01	1	00:01		
13	Conectar sistema de enfriamiento	I		12:16	12:30	00:14	2	00:28		
14	Conectar sistema de aire	I		12:23	13:00	00:37	2	01:14		Se tiene problemas con los neplos, estaban pegados a la pares prensa
15	Conectar sistema hidráulico con molde arriba	I		12:45	13:20	00:35	1	00:35		
16	Conectar sistema eléctrico	I		13:09	13:50	00:41	1	00:41		Se genera orden para colocar micros se pierde 3 min.
17	Prueba de sistema hidráulico	I		13:21	14:09	00:48	2	01:36		Se presenta fuga de aceite por mal estado de conectores del cilindro de 14:15 hasta 14:56, también se prueba
18	Conectar sistema de aire de las patas	I		14:00	14:05	00:05	1	00:05		
19	Probar sistema eléctrico	I		14:09	14:15	00:06	1	00:06		
20	Regulación	I		15:18	18:00	02:42	1	02:42		
						08:15	Total	12:13		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE VOLQUETE GRANDE

Sale Macetero jazmin grande

Máquina: VH 400

Fecha: 09 de enero del 2002

Entra Volquete grande

Responsable del cambio: Bernardi

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-Maq	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		09:44	09:54	00:10	2	00:20	A	Busca cáncamos le toma 5 min
2	Desconectar sistema de aire	I	1	09:46	09:48	00:02	1	00:02		
3	Colocar cáncamos a molde saliente	E		09:51	09:52	00:01	1	00:01		
4	Poner a molde saliente anticorrosivo	I		09:54	09:56	00:02	1	00:02		
5	Aflojar platinas de sujeción	I		10:02	10:07	00:05	2	00:10	A	Busca el tecte le toma 5 min. traelo a la máquina
6	Bajar molde	I		10:08	10:17	00:09	2	00:18		Dentro de esta operación se abre la prensa se hace en 2min; 6min en sacar neplos
7	Cambio de Boquilla	I	6	10:13	10:16	00:03	1	00:03		
8	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E		10:17	10:21	00:04	1	00:04		
9	Colocar botadores de extracción	I		10:21	10:22	00:01	1	00:01		
10	Subir molde a máquina	I	8	10:21	10:26	00:05	2	00:10		
11	Cerrar prensa	I		10:26	10:27	00:01	1	00:01		
12	Sujetar molde a máquina	I		10:27	11:04	00:37	2	01:14		Se pierde 6 min. por que los hilos de los agujeros de la prensa estan dañados
13	Retirar cáncamos a molde entrante	E	12	10:36	10:37	00:01	1	00:01		
14	Abrir prensa	I		11:04	11:05	00:01	1	00:01		
15	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:05	11:38	00:33	2	01:06		Se sopletean los ducto de agua toma 6 min hacerlo
16	Conectar sistema de aire	I	21	11:16	11:18	00:02	1	00:02		
17	Ajustar parámetros de máquina	I		11:38	11:45	00:07	1	00:07		
18	Regulación	I	17	11:38	12:45	01:07	1	01:07		Se pierden 5 min por instrucciones mal dadas (problemas con el tipo de material)
							03:11	Total	04:50	

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE PATAS DE MESA CUADRA

Sale Bañera Chica Didesa

Máquina: V - 140

Fecha: 9 de enero del 2002

Entra Patatas de Mesa Cuadrada

Responsable del cambio: Gonzalo Robles

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		13:50	14:23	00:33	2	01:06		
2	Ubicación del teclé en la máquina	E		14:23	14:26	00:03	2	00:06		
3	Colocar cadena para jalar teclé	E		14:26	14:36	00:10	3	00:30	B	Esta operación no es usual, se debe a que la cadena se la habían sacado; se busca
4	Colocar cáncamos y cadena a molde saliente	E		14:37	14:39	00:02	2	00:04		a otra persona para arreglarlo toma 2min
5	Aflojar platinas de sujeción	I		14:39	14:42	00:03	2	00:06		
6	Sacar neplos	I		14:43	14:45	00:02	1	00:02		Los neplos se tuvieron que sacar por que el molde no salía
7	Bajar molde	I		14:47	14:57	00:10	2	00:20		En esta oper. se necesito 6 personas más para empujar el teclé
8	Retirar cáncamos y cadena a molde saliente	E		14:58	14:59	00:01	2	00:02		
9	Poner cáncamos y cadena a molde entrante	E		14:59	15:04	00:05	2	00:10		
10	Subir molde a máquina	I		15:04	15:07	00:03	2	00:06		Se retrasa la oper. por ahí que jalar las cadenas del teclé para poder montar y desmontar
										El teclé no tiene la cadena que es para jalarlo, se solicita 1 persona que ayude a colocar la cadena.
										Se espera por la persona que viene a ayudar a arreglar el teclé, 2min, las 2 personas no hacen nada durante este tiempo de espera
										El piso tiene mucho huecos lo cual dificulta el movimiento normal del teclé
										No proporcionan el montacargas para montar el molde a la máquina
										Se rompe el teclé a las 15:07 y se cayó el molde, las demás personas se aglomeran para ver lo sucedido por aproximadamente 2 min.
										Como el molde cayó en la mitad de la planta se obstruyó el paso y se tuvieron que paralizar otras operaciones
										Aproximadamente a las 15:30 se le comunica al Jefe de Producción sobre el accidente
										A las 15:52 llega el jefe de Producción y solo observa el entorno
										A las 16:07 llega el montacargas solicitado
						01:12	Total	02:32		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE TAPA DE TACHO FESTIVAL

Sale Cesto Yorkshire

Máquina: SD 400

Fecha: 21 de enero del 2002

Entra Tapa de Tacho festival

Responsable del cambio Fernando Sánchez

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 1

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		09:36	09:46	00:10	1	00:10		
2	Colocar cáncamo y cadena molde saliente	E		09:46	09:50	00:04	1	00:04		
3	Aflojar platinas de sujeción	I		09:50	09:57	00:07	1	00:07		
4	Abrir prensa	I		09:57	09:58	00:01	1	00:01		
5	Bajar molde	I		09:58	10:03	00:05	1	00:05		Se sacan neplos de la parte de abajo del molde para poder acentarlo toma 1 min.
6	Sacar cadena y cáncamos a molde saliente	E		10:03	10:06	00:03	1	00:03		
7	Colocar cáncamos y cadena a molde entrante	E		10:06	10:14	00:08	1	00:08	A	Se busca barra para apretar cáncamo toma 1 min, y se busca tira medir molde 1 min.
8	Ajustar apertura de molde	I	7	10:09	10:11	00:02	2	00:04		Lo ayuda una persona para esta operación
9	Subir molde a máquina	I		10:14	10:26	00:12	1	00:12		Se pierden 5 min. para colocar neplos de abajo, los coloca una persona de preparación
10	Sujetar molde(lado prensa fija)	I		10:26	11:48	01:22	1	01:22		
11	Colocar botadores	I		10:48	11:06	00:18	1	00:18	A	Se pierde 14 min. por que el botador no era el adecuado, no encontraba botador
12	Sujetar molde(lado prensa móvil)	I		11:06	11:27	00:21	1	00:21	A	Pierde 2 min. buscando tuerca para una platina
13	Sacar cadena y cáncamos a molde entrante	E		11:20	11:21	00:01	1	00:01		
14	Abrir molde	I		11:27	11:28	00:01	1	00:01		
15	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:28	11:44	00:16	1	00:16		
16	Calentamiento de boquilla	E		11:44	11:56	00:12	1	00:12	A	Se busca equipo de gas y limpieza de tortas toma 4 min.
17	Regulación	I		11:56	12:18	00:22	1	00:22		Finalmente extracción no funciona. El operador extrae el producto manualmente
						03:45	Total	03:47		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE MACETERO JAZMÍN GRANDE

Sale Cesto Practico Apilable

Máquina: VH-400

Fecha: 10 de enero del 2002

Entra Macetero Jazmín Grande

Responsable del cambio Segundo Chimpantiza

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 3

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-máquina	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		09:48	09:53	00:05	2	00:10		
2	Colocar cáncamos y cadena a molde saliente	E		09:49	09:50	00:01	1	00:01		
3	Poner a molde saliente anticorrosivo	I	4	09:50	09:53	00:03	1	00:03		
4	Cambio de boquilla	I	3	09:50	09:53	00:03	1	00:03		
5	Sopletear ducto de agua	I		09:53	09:55	00:02	1	00:02		
6	Cerrar prensa	I		09:55	09:59	00:04	2	00:08		
7	Aflojar platinas de sujeción	I		10:00	10:09	00:09	2	00:18		Durante esta operación una persona no hace nada 9 min.
8	Bajar molde	I	9	10:10	10:12	00:02	1	00:02		Durante esta operación dos persona no hace nada 4 min.
9	Sacar botadores de extracción	I	8	10:10	10:11	00:01	1	00:01		
10	Retirar cáncamos a molde saliente	E		10:12	10:14	00:02	1	00:02		
11	Subir molde a máquina	I	10	10:12	10:19	00:07	2	00:14		El montaje se demora por que no hay buen encaje molde maquina
12	Sujetar molde a máquina	I		10:20	10:44	00:24	3	01:12	A	Una personas busca pernos le toma 2 min. se desperdician 6 min.
13	Retirar cadena y cáncamos a molde saliente	E		10:45	10:46	00:01	1	00:01		
14	Ajustar parámetros de máquina	I		10:42	10:47	00:05	1	00:05		
15	Abrir prensa	E		10:47	10:50	00:03	1	00:03		
16	Conectar sistema de enfriamiento	I		10:50	11:02	00:12	2	00:24		Se pierde tiempo buscando las entradas y salidas de agua
17	Conectar sistema de aire	I		10:50	11:01	00:11	1	00:11	A	Se busca manguera toma 3 min.
18	Calentamiento de boquilla	I		11:06	11:08	00:02	1	00:02		
19	Regulación	I		11:10	11:41	00:31	1	00:31		Las conexión de agua quedaron mal se pierde 3 min en volverlo a hacer
						02:08	Total	03:33		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE LAVACARA DE 40CM

Sale Tacho Chico

Máquina: 3000

Fecha: 30 de enero del 2002

Entra Lavacara de 40 cm Responsable del cambio: Carlos Lara

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		13:18	13:27	00:09	1	00:09		
2	Desconectar sistema de aire	I	1	13:27	13:29	00:02	1	00:02		
3	Poner a molde saliente anticorrosivo	I		13:30	13:31	00:01	2	00:02	A	Se busca el aceite toma 1 min
4	Colocar cáncamos a molde saliente	E		13:31	13:32	00:01	1	00:01		
5	Colocar cadena a molde saliente	E		13:32	13:34	00:02	1	00:02		
6	Aflojar platinas de sujeción	I		13:32	13:40	00:08	2	00:16		Una persona no hace nada durante 3 min.
7	Bajar molde	I		13:41	13:46	00:05	1	00:05		Durante esta operación la otra persona no hace nada 5 min.
8	Sacar neplós de la parte inferior a molde saliente	E		13:44	13:45	00:01	1	00:01		
9	Retirar cáncamos a molde saliente	E		13:46	13:48	00:02	1	00:02		
10	Colocar cáncamos y cadena a molde entrante	E		13:45	13:52	00:07	2	00:14	A	Cuando se estaba podiendo los cáncamos no eran lo corectos se busca otros 2 min.
11	Subir molde a máquina	I		13:52	14:14	00:22	2	00:44		Se colocan neplós a molde entrante y le sacan algunos al molde saliente 3 min. Colocar los en el molde entrante toma 2 min, esto lo hacen las dos personas.
12	Sujetar molde a máquina	I		14:15	14:29	00:14	2	00:28		
13	Sacar cáncamos y cadena a molde entrante	E	12	14:20	14:24	00:04	1	00:04		
14	Cambio de boquilla	I		14:28	14:31	00:03	1	00:03		
15	Abrir prensa	I	14	14:29	14:30	00:01	1	00:01		
16	Conectar sistemas de agua	I		14:30	14:40	00:10	3	00:30	A	Se buscan neplós toma 2 min, buscan equipo de gas toma 2 min.
17	Conectar sistema aire	I		14:35	14:39	00:04	1	00:04		Se suma una persona de preparación molde
18	Regulando cierre de prensa	I		14:40	14:47	00:07	1	00:07		
19	Calentamiento de boquilla	I		14:43	14:44	00:01	1	00:01		
20	Regulación	I		14:47	15:02	00:15	1	00:15		
						01:59	Total	03:11		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE KAVETA PRÁCTICA

Sale Tacho chico base

Máquina: 3000

Fecha: 28 de enero del 2002

Entra Kaveta práctica Responsable del cambio: Edisón Pinargote

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		13:04	13:10	00:06	2	00:12		
2	Cerrar molde Saliente	I		13:10	13:11	00:01	1	00:01		
3	Aflojar platinas de sujeción	I		13:11	13:18	00:07	2	00:14		
4	Bajar molde	I		13:18	13:22	00:04	1	00:04		Se sacan neplos de la parte inferior del molde saliente
5	Retirar cadena a molde saliente	E		13:22	13:24	00:02	1	00:02		
6	Poner cadena a molde entrante	E		13:24	13:25	00:01	1	00:01		
7	Subir molde a máquina	I		13:25	13:32	00:07	2	00:14	A	Se busca tira de papel para medir apertura de prensa 1 min.
8	Ajustar apertura de prensa	E	8	13:28	13:30	00:02	1	00:02		
9	Sujetar molde a máquina	I		13:32	13:47	00:15	2	00:30		
10	Retirar cadena	E		13:47	13:48	00:01	1	00:01		
11	Abrir prensa	E		13:48	13:49	00:01	1	00:01		
12	Conectar sistema de enfriamiento	E		13:49	14:39	00:50	2	01:40	B	Se busca a una persona de preparación, toma 5 min. por falta de neplo. Buscan mangueras dura 4 min.
13	Ajustar parámetros(salida-entrada cilindros)	E	12	14:00	14:04	00:04	1	00:04		
14	Conectar sistema eléctrico	E		14:25	14:51	00:26	1	00:26		
15	Probar sistema eléctrico	E	14	14:39	15:32	00:53	1	00:53		
16	Probar sistema de enfriamiento	E		14:39	15:14	00:35	2	01:10		
17	Ajustar parámetros de maquina	I		15:32	15:49	00:17	1	00:17		
18	Regulación	I		15:49	16:20	00:31	2	01:02		Pinargote no podía regular, Lara y Gavilanez terminarán regulando
						04:23	Total	06:54		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE TAPILLA CESTO BUZÓN

Sale Macetero Jazmin mediano

Máquina: R400A

Fecha: 24 de enero del 2002

Entra Tapilla cesto buzón Responsable del cambio: Jose Rayo

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de agua	I		09:45	09:52	00:07	2	00:14		
2	Colocar cáncamos a molde saliente	E		09:52	09:53	00:01	1	00:01		
3	Sujetar molde con teclé eléctrico	I		09:53	09:55	00:02	1	00:02		El teclé estaba desconectado y se tiene que conectar toma 1 min
4	Aflojar platinas de sujeción	I		09:55	09:59	00:04	2	00:08		
5	Bajar molde	I		09:59	10:07	00:08	2	00:16		Se pierde 5 min. en sacar caballete con molde, ayudan 3 personas
6	Sacar cadena y colocar cadena	E		10:07	10:08	00:01	1	00:01		Se tenía colocado cancamos
7	Subir molde a maquina	I		10:08	10:19	00:11	2	00:22		Se pierde 8 min. por llevar caballete y centrar el molde para bajarlo
8	Sujetar molde a máquina	I		10:19	10:35	00:16	2	00:32		
9	Abrir prensa	I		10:35	10:37	00:02	1	00:02		
10	Sacar caballete de la máquina	E		10:37	10:38	00:01	2	00:02		
11	Conectar sistema de enfriamiento	I		10:38	10:56	00:18	2	00:36		
12	Cambiar boquilla	I	11	10:40	10:45	00:05	1	00:05		
13	Conectar sistema de aire	I		10:45	10:50	00:05	1	00:05		
14	Abre y cierra prensa (prueba extracción)	I		10:56	10:58	00:02	1	00:02		
15	Regulación	I		10:58	11:30	00:32	1	00:32		
						01:55	Total	03:00		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

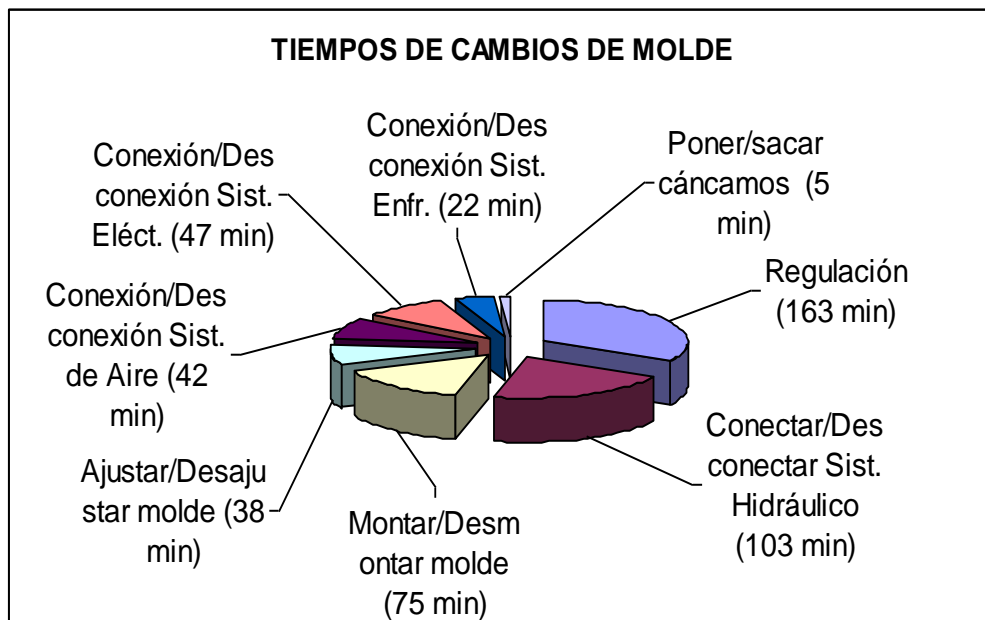
APÉNDICE B

RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MESA CÓCTEL

DESCRIPCION	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (163 min)	02:43	22%	02:43	33%
Conectar/Desconectar Sist. Hidráulico (103 min)	02:31	21%	01:43	21%
Montar/Desmontar molde (75 min)	02:19	19%	01:15	15%
Ajustar/Desajustar molde (38 min)	01:45	14%	00:38	8%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (42 min)	01:19	11%	00:42	8%
Conexión/Desconexión de sistema eléctrico	00:47	6%	00:47	9%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (28 min)	00:44	6%	00:22	4%
Poner/sacar cáncamos (5 min)	00:05	1%	00:05	1%
Total	12:13	100%	08:15	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
GENERAR ORDEN PARA CONEXIONES ELÉCTRICAS	00:03	0.4%
PONER Y SACAR NEPLOS	00:12	2%
TOTAL	00:15	2.0%

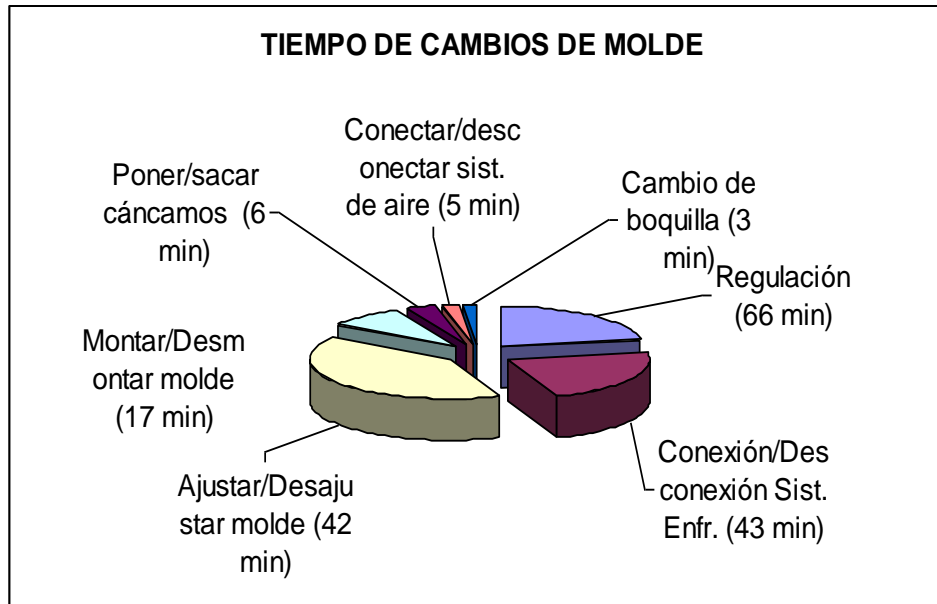


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE VOLQUETE GRANDE

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (66 min)	01:26	30%	00:43	23%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (43 min)	01:24	29%	00:42	22%
Ajustar/Desajustar molde (42 min)	01:16	26%	01:16	40%
Montar/Desmontar molde (17 min)	00:31	11%	00:17	9%
Poner/sacar cáncamos (6 min)	00:06	2%	00:06	3%
Conectar/desconectar sistema de aire (5 min)	00:04	1%	00:04	2%
Cambio de boquilla (3 min)	00:03	1%	00:03	2%
Total	04:50	100%	03:11	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCION	TIEMPO (MIN-H)	% (TOTAL)
BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS	00:10	3%
HERRAMIENTAS EN MAL ESTADO	00:06	2%
INSTRUCCIONES MAL DADAS	00:05	2%
TOTAL	00:21	7%

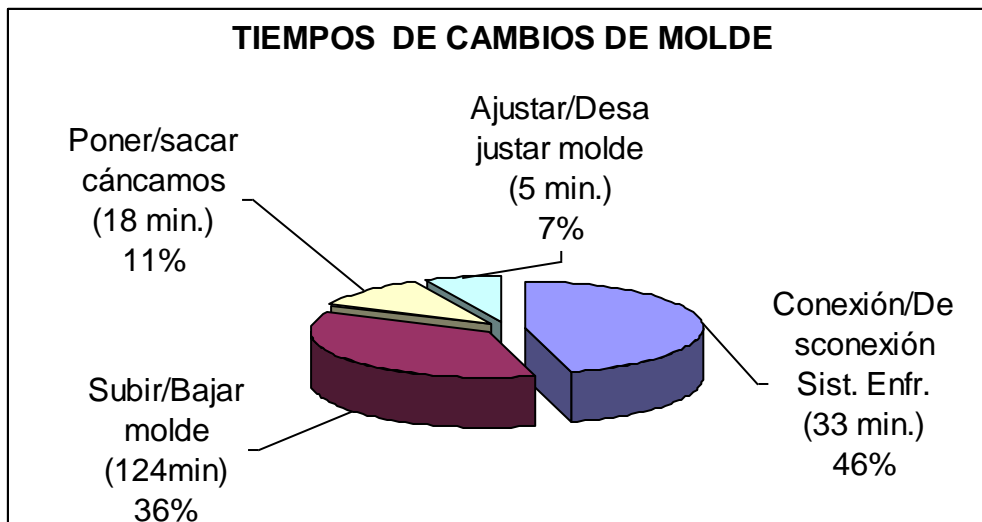


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE PATAS DE MESA CUADRADA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (33 min.)	01:06	43%	00:33	46%
Subir/Bajar molde (124min)	01:02	41%	00:26	36%
Poner/sacar cáncamos (18 min.)	00:16	11%	00:08	11%
Ajustar/Desajustar molde (5 min.)	00:08	5%	00:05	7%
Total	02:32	100%	01:12	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BUSCAR PERSONAS	00:02	1%
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	00:04	3%
EMPUJAR TECLE	00:32	21%
TIEMPO PERDIDO POR ACCIDENTE	01:38	64%
TOTAL	02:16	89%

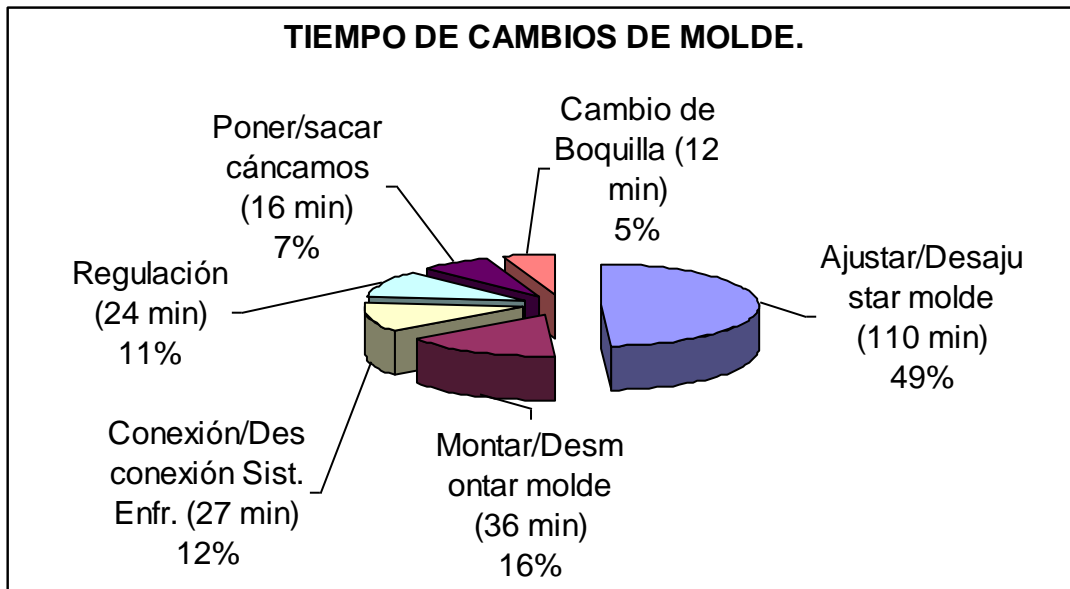


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE TAPA TACHO FESTIVAL

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Ajustar/Desajustar molde (110 min)	01:50	48%	01:50	49%
Montar/Desmontar molde (36 min)	00:36	16%	00:36	16%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (27 min)	00:27	12%	00:27	12%
Regulación (24 min)	00:26	11%	00:24	11%
Poner/sacar cáncamos (16 min)	00:16	7%	00:16	7%
Cambio de Boquilla (12 min)	00:12	5%	00:12	5%
Total	03:47	19%	03:45	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

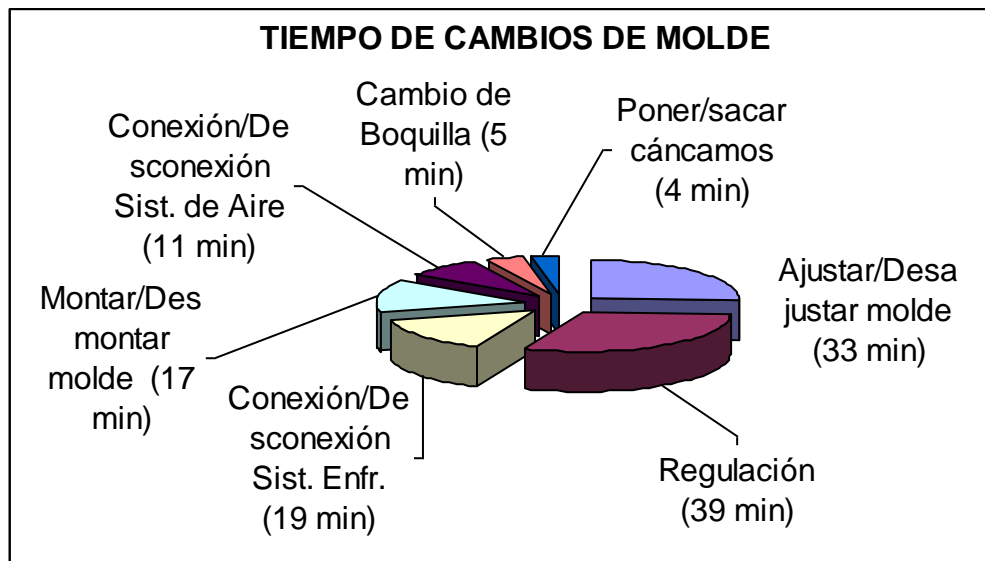
DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BUSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:08	4%
POR MAL ESTADO DE LAS HERRAMIENTAS	00:14	6%
TOTAL	00:22	10%



RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MACETERO JAZMÍN GRANDE

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Ajustar/Desajustar molde (33 min)	01:30	42%	00:33	26%
Regulación (39 min)	00:39	18%	00:39	30%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (19 min)	00:36	17%	00:19	15%
Montar/Desmontar molde (17 min)	00:28	13%	00:17	13%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (11 min)	00:11	5%	00:11	9%
Cambio de Boquilla (5 min)	00:05	2%	00:05	4%
Poner/sacar cáncamos (4 min)	00:04	2%	00:04	3%
Total	03:33	100%	02:08	100%

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	00:20	9%
BUSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:08	4%
CONEXIÓN DE AGUA MAL EFECTUADAS	00:03	1%
TOTAL	00:31	15%

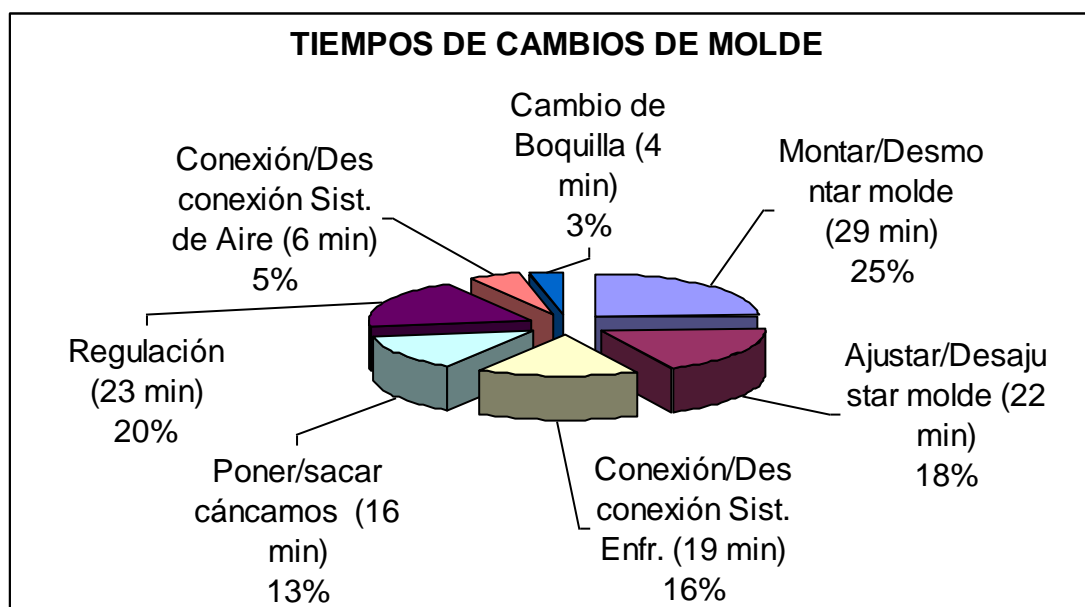


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE LAVACARA 40 CM

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Montar/Desmontar molde (29 min)	00:52	27%	00:29	24%
Ajustar/Desajustar molde (22 min)	00:44	23%	00:22	18%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (19 min)	00:39	20%	00:19	16%
Poner/sacar cáncamos (16 min)	00:23	12%	00:16	13%
Regulación (23 min)	00:23	12%	00:23	19%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (6 min)	00:06	3%	00:06	5%
Cambio de Boquilla (4 min)	00:04	2%	00:04	3%
Total	03:11	17%	01:59	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	%(TOTAL)
PERSONAS QUE NO HACEN NADA	00:08	4%
BUSQUEDA DE HERRAMIENTA	00:05	3%
FALTA DE NEPLOS	00:05	3%
TOTAL	00:18	9%

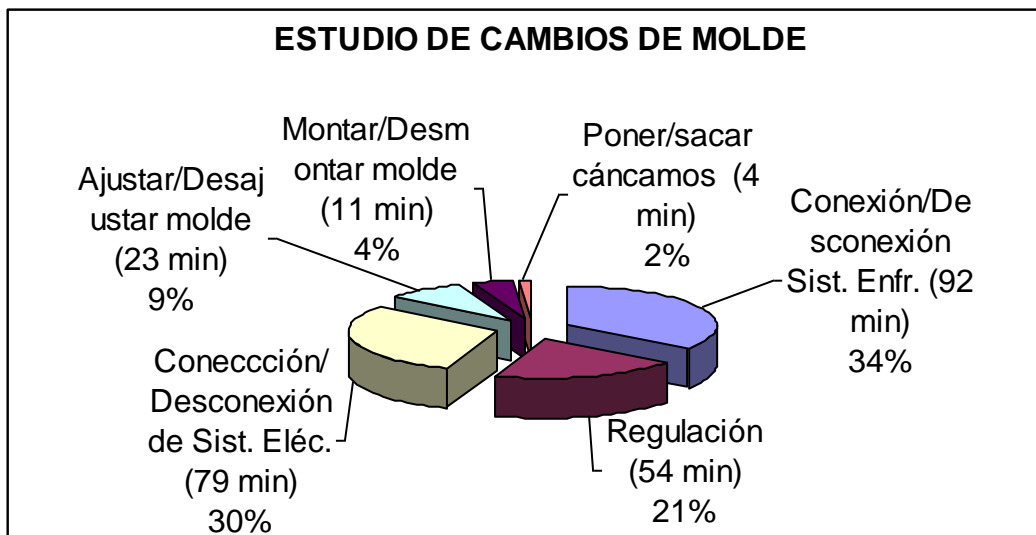


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE KAVETA PRACTICA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (92 min)	03:03	44%	01:32	35%
Regulación (54 min)	01:25	21%	00:54	21%
Conexión/Desconexión de Sist. Eléc. (79 min)	01:19	19%	01:19	30%
Ajustar/Desajustar molde (23 min)	00:45	11%	00:23	9%
Montar/Desmontar molde (11 min)	00:18	4%	00:11	4%
Poner/sacar cáncamos (4 min)	00:04	1%	00:04	2%
Total	06:54	100%	04:23	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
BUSCAR PERSONAS	00:05	1%
BUSCAR HERRAMIENTAS	00:05	1%
TOTAL	00:10	2%

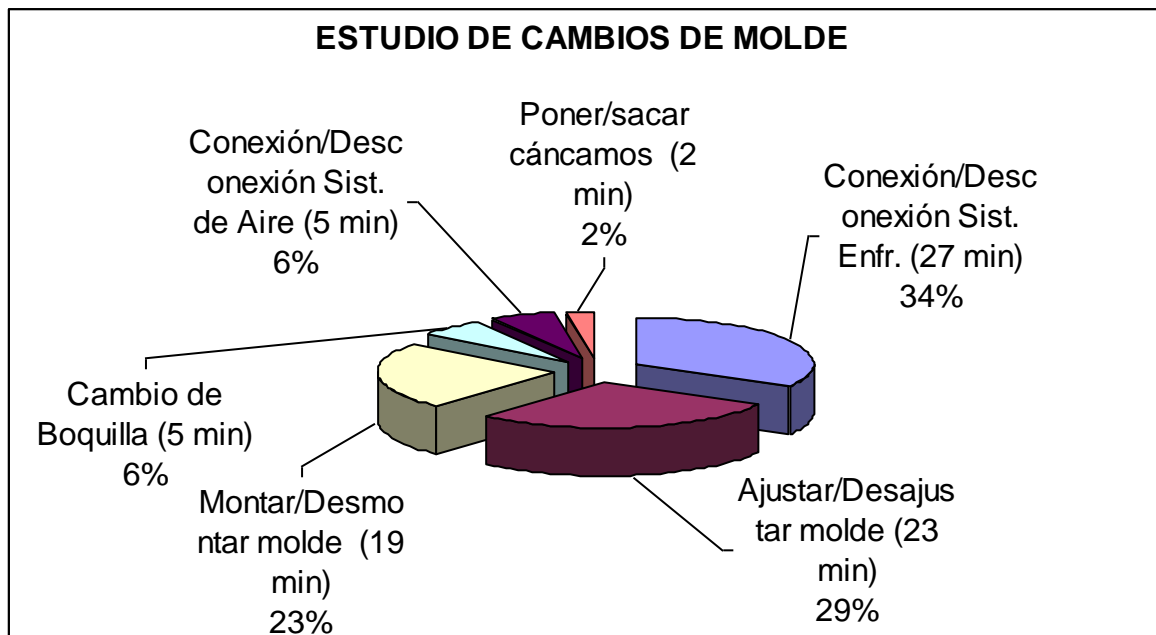


RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE TAPILLA CESTO BUZÓN

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (34 min)	00:34	19%	00:34	30%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (27 min)	00:52	29%	00:27	23%
Ajustar/Desajustar molde (23 min)	00:44	24%	00:23	20%
Montar/Desmontar molde (19 min)	00:38	21%	00:19	17%
Cambio de Boquilla (5 min)	00:05	3%	00:05	4%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (5 min)	00:05	3%	00:05	4%
Poner/sacar cáncamos (2 min)	00:02	1%	00:02	2%
Total	03:00	100%	01:55	100%

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% (TOTAL)
CONECTAR TECLE	00:01	1%
EMPUJAR TECLE	00:13	7%
TOTAL	00:14	8%



APÉNDICE C

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE CAJA RECTANGULAR

Sale Jarra 1 lt.

Máquina: V30

Fecha: 23 de abril del 2002

Entra Caja Rectangular

Responsable del cambio Gonzalo Robles

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		10:06	10:13	00:07	2	00:14		
2	Colocar cadena a molde saliente	I		10:14	10:18	00:04	1	00:04		
3	Aflojar platinas de sujeción	I	2	10:14	10:19	00:05	2	00:10		
4	Bajar molde	I		10:19	10:23	00:04	2	00:08		
5	Subir molde a máquina	I		10:23	10:29	00:06	1	00:06		
6	Sujetar molde a máquina	I		10:29	10:37	00:08	1	00:08		
7	Conectar sistema de enfriamiento	I		10:37	10:48	00:11	2	00:22		
8	Regulación	I		11:40	12:02	00:22	3	01:06		
						01:07	Total	02:18		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE REPOSTERO CUADRADO 1

Sale Jarro Pokes

Máquina: V 17A

Fecha: 23 de abril del 2002

Entra Repostero Cuadrado1

Responsable del cambio Vicente Rosado

Elaborado por: Edmundo Castro

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		16:55	17:02	00:07	2	00:14		
2	Colocar cadena a molde saliente	I		17:03	17:07	00:04	1	00:04		
3	Aflojar platinas de sujeción	I	2	17:03	17:09	00:06	2	00:12		Un hombre se incorpora a la actividad a las 17:07
4	Bajar molde	I		17:09	17:13	00:04	2	00:08		
5	Subir molde a máquina	I		17:13	17:19	00:06	2	00:12		
6	Sujetar molde a máquina	I		17:19	17:23	00:04	2	00:08		
7	Conectar sistema de enfriamiento	I		17:23	17:28	00:05	2	00:10		
8	Regulación	I		17:31	17:41	00:10	1	00:10		
						00:46	Total	01:18		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE BASE TACHO PEDALITO 1

Sale Cesto Decorativo Med.

Máquina: 1700

Fecha: 25 de abril del 2002

Entra Base tacho pedalito 1

Responsable del cambio José Rayo

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		15:20	15:27	00:07	2	00:14		
2	Aflojar botadores	I		15:28	15:33	00:05	1	00:05		A las 15:31 una persona deja la actividad y continua.
3	Colocar cadena a molde saliente	I	2	15:31	15:41	00:10	2	00:20		A las 15:33 se la otra persona a la actividad
4	Aflojar platinas de sujeción	I		15:42	15:47	00:05	2	00:10		
5	Bajar molde	I		15:48	15:53	00:05	2	00:10		
6	Subir molde a máquina	I		15:54	16:03	00:09	2	00:18		
7	Sujetar molde a máquina	I		16:03	16:13	00:10	2	00:20		
8	Conectar sistema de enfriamiento	I		16:13	16:21	00:08	2	00:16		
9	Conectar sistema de aire	I	9	16:21	16:24	00:03	1	00:03		
10	Regulación	I		16:24	16:40	00:16	1	00:16		
						01:18	Total	02:12		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE BANDEJA OVAL NOVA

Sale Repostero Plaxti #6

Máquina: 750 A

Fecha: 26 de abril del 2002

Entra Bandeja Oval Nova

Responsable del cambio Julio Granados

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		11:09	11:16	00:07	2	00:14		
2	Colocar cadena a molde saliente	I		11:16	11:20	00:04	1	00:04		
3	Aflojar platinas de sujeción	I		11:16	11:20	00:04	2	00:08		
4	Bajar molde	I		11:20	11:25	00:05	2	00:10		
5	Subir molde a máquina	I		11:25	11:33	00:08	2	00:16		
6	Sujetar molde a máquina	I		11:34	11:42	00:08	2	00:16		
7	Conectar sistema de enfriamiento	I		11:43	11:50	00:07	2	00:14		
8	Conectar sistema de aire	I		11:50	11:54	00:04	1	00:04		
9	Conectar sistema eléctrico	I		11:50	11:55	00:05	1	00:05		
10	Regulación	I		11:56	12:11	00:15	1	00:15		
						01:07	Total	01:46		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE ESCURRIDOR DE PLATERA

Sale Macetera Magnolia

Máquina: 1700

Fecha: 25 de abril del 2002

Entra Escurridor de Platera

Responsable del cambio Segundo Chimpantiza

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I		09:48	09:53	00:05	2	00:10		
2	Desconectar sistema hidráulico	I		09:53	09:59	00:06	2	00:12		
3	Colocar cadena a molde saliente	I		09:59	10:02	00:03	1	00:03		
4	Aflojar platinas de sujeción	I	3	09:59	10:06	00:07	2	00:14		
5	Bajar molde	I		10:06	10:10	00:04	2	00:08		
6	Subir molde a máquina	I		10:11	10:17	00:06	2	00:12		
7	Sujetar molde a máquina	I		10:18	10:22	00:04	2	00:08		
8	Conectar sistema de enfriamiento	I	9	10:22	10:30	00:08	2	00:16		
9	Conectar sistema hidráulico o expulsión	I	8	10:30	10:37	00:07	2	00:14		
10	Conectar sistema eléctrico	I		10:37	10:40	00:03	1	00:03		
11	Regulación	I		10:37	11:05	00:28	2	00:56		
						01:21	Total	02:36		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE BANDEJA UNI BLANCA

Sale Lavacara Acuario 1 lt.

Máquina: HUS500A

Fecha: 26 de abril del 2002

Entra Bandeja Uni Blanca

Responsable del cambio San Lucas Galo

Elaborado por: Edmundo Castro A.

Cantidad de personas: 2

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración	I	1	15:43	15:49	00:06	2	00:12		
2	Desconectar sistema hidráulico	I		15:49	16:00	00:11	2	00:22		
3	Colocar cadena a molde saliente	I	1	16:00	16:03	00:03	1	00:03		
4	Aflojar platinas de sujeción	I	2	16:03	16:08	00:05	2	00:10		
5	Bajar molde	I		16:08	16:14	00:06	2	00:12		
6	Subir molde a máquina	I		16:14	16:23	00:09	2	00:18		
7	Sujetar molde a máquina	I		16:23	16:29	00:06	2	00:12		
8	Conectar sistema de enfriamiento	I		16:29	16:36	00:07	2	00:14		
9	Regulación	I		16:37	16:51	00:14	2	00:28		
						01:07	Total	02:11		

Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

ESTUDIOS DE TIEMPOS DE CAMBIO DE MOLDE ASA BALDE INDUSTRIAL

Sale Armador Pica

Máquina: V 22A

Fecha: 27 de abril del 2003

Entra Asa Balde Industrial

Responsable del cambio: Oscar Suarez

Elaborado por: Edmundo Castro A

Cantidad de personas: 1

Item	Actividad	Tipo Oper. Prop.	Simultánea	Hora Ini.	Hora Fin	Min-maq.	# personas	Min-hombres	Elem. Extraños	Observaciones
1	Desconectar sistema de refrigeración			13:04	13:10	00:06	1	00:06		
2	Colocar cadena a molde saliente			13:10	13:13	00:03	1	00:03		
3	Aflojar platinas de sujeción			13:14	13:19	00:05	1	00:05		
4	Bajar molde			13:20	13:25	00:05	1	00:05		
5	Subir molde a máquina			13:26	13:32	00:06	1	00:06		
6	Sujetar molde a máquina			13:33	13:38	00:05	1	00:05		
7	Conectar sistema de enfriamiento			13:39	13:46	00:07	1	00:07		
8	Regulación			13:47	13:58	00:11	1	00:11		
						00:48	Total	00:48		

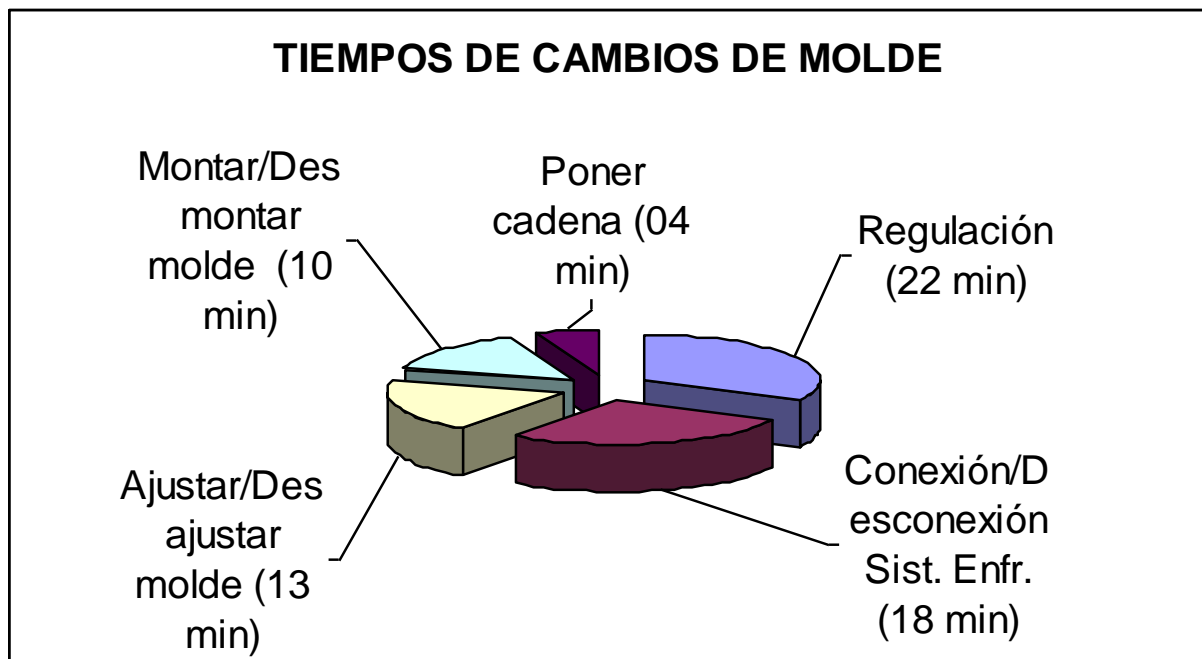
Elementos extraños

- A Buscar herramientas
- B Busca a otra persona

APÉNDICE D

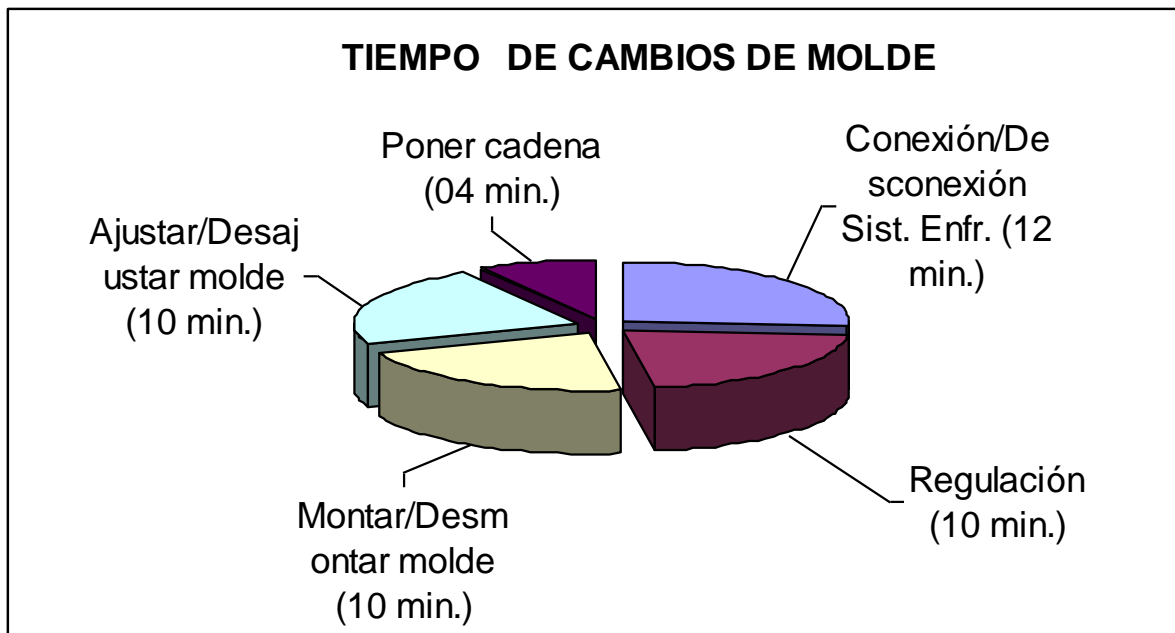
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE CAJA RECTANGULAR

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (22 min)	01:06	48%	00:22	33%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (18 min)	00:36	26%	00:18	27%
Ajustar/Desajustar molde (13 min)	00:18	13%	00:13	19%
Montar/Desmontar molde (10 min)	00:14	10%	00:10	15%
Poner cadena (04 min)	00:04	3%	00:04	6%
Total	02:18	100%	01:07	100%



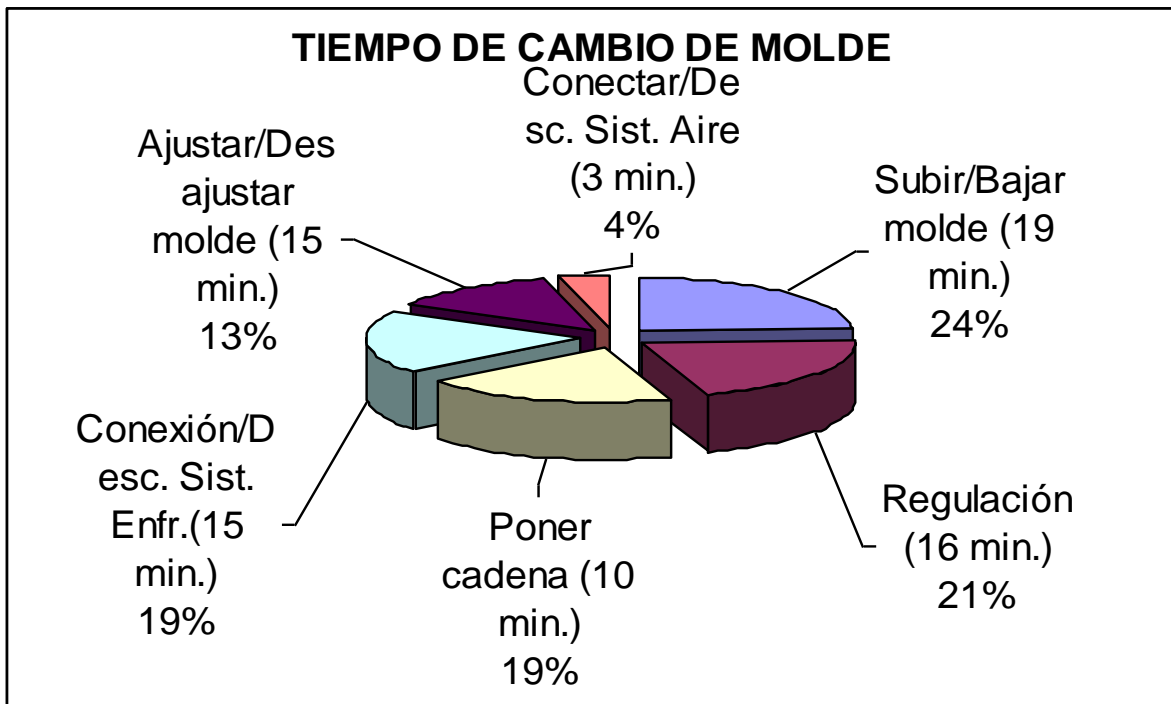
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE REPOSTERO CUADRADO 1

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (12 min.)	00:24	31%	00:12	26%
Regulación (10 min.)	00:10	13%	00:10	22%
Montar/Desmontar molde (10 min.)	00:20	26%	00:10	22%
Ajustar/Desajustar molde (10 min.)	00:20	26%	00:10	22%
Poner cadena (04 min.)	00:04	5%	00:04	9%
Total	01:18	100%	00:46	100%



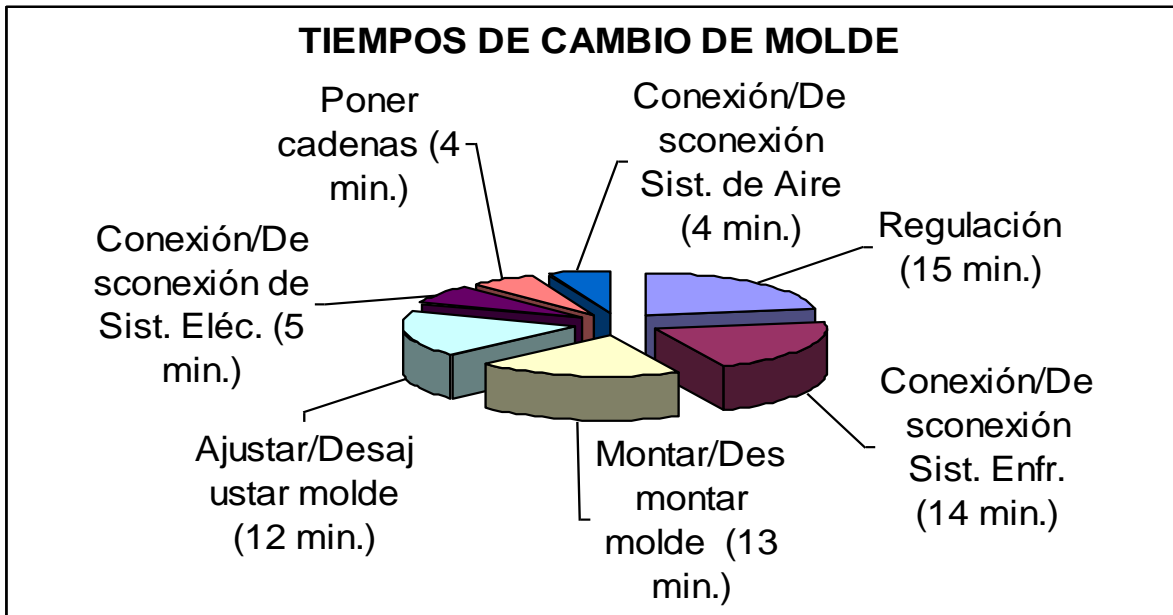
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE BASE TACHO PEDALITO 1

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Subir/Bajar molde (19 min.)	00:33	25%	00:19	24%
Regulación (16 min.)	00:16	12%	00:16	21%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr.(15 min.)	00:30	23%	00:15	19%
Ajustar/Desajustar molde (15 min.)	00:30	23%	00:15	19%
Poner cadena (10 min.)	00:20	15%	00:10	13%
Conectar/Desconectar Sist. Aire (3 min.)	00:03	2%	00:03	4%
Total	02:12	100%	01:18	100%



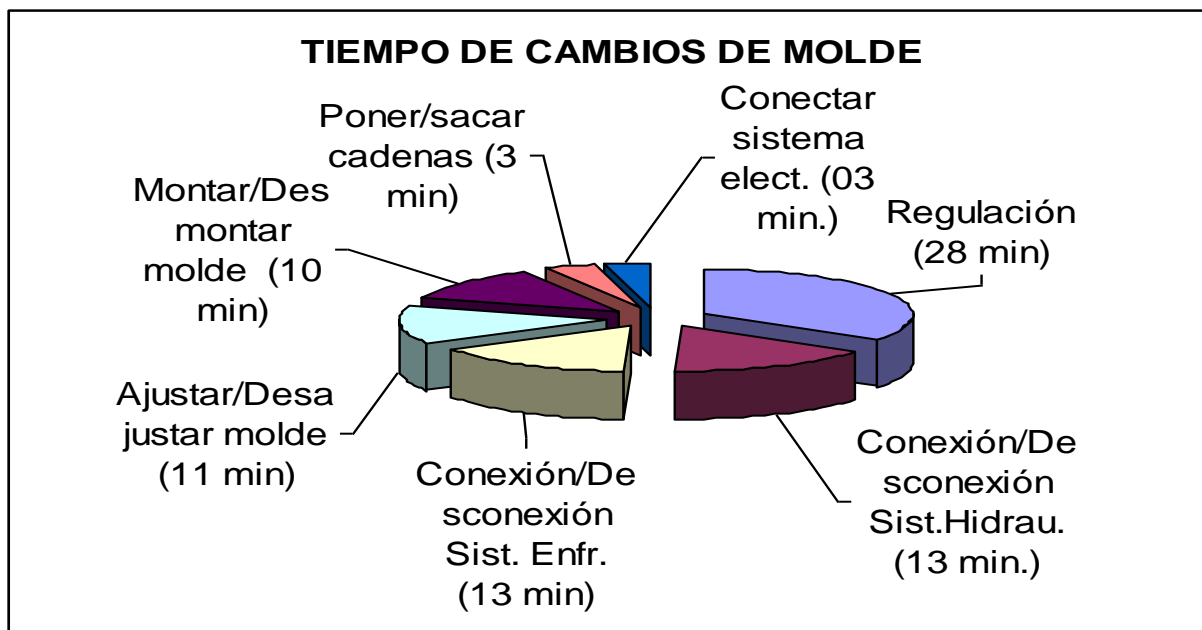
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE BANDEJA OVAL NOVA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (15 min.)	00:15	14%	00:15	22%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (14 min.)	00:28	26%	00:14	21%
Montar/Desmontar molde (13 min.)	00:26	25%	00:13	19%
Ajustar/Desajustar molde (12 min.)	00:24	23%	00:12	18%
Conexión/Desconexión de Sist. Eléc. (5 min.)	00:05	5%	00:05	7%
Poner cadenas (4 min.)	00:04	4%	00:04	6%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (4 min.)	00:04	4%	00:04	6%
Total	01:46	100%	01:07	100%



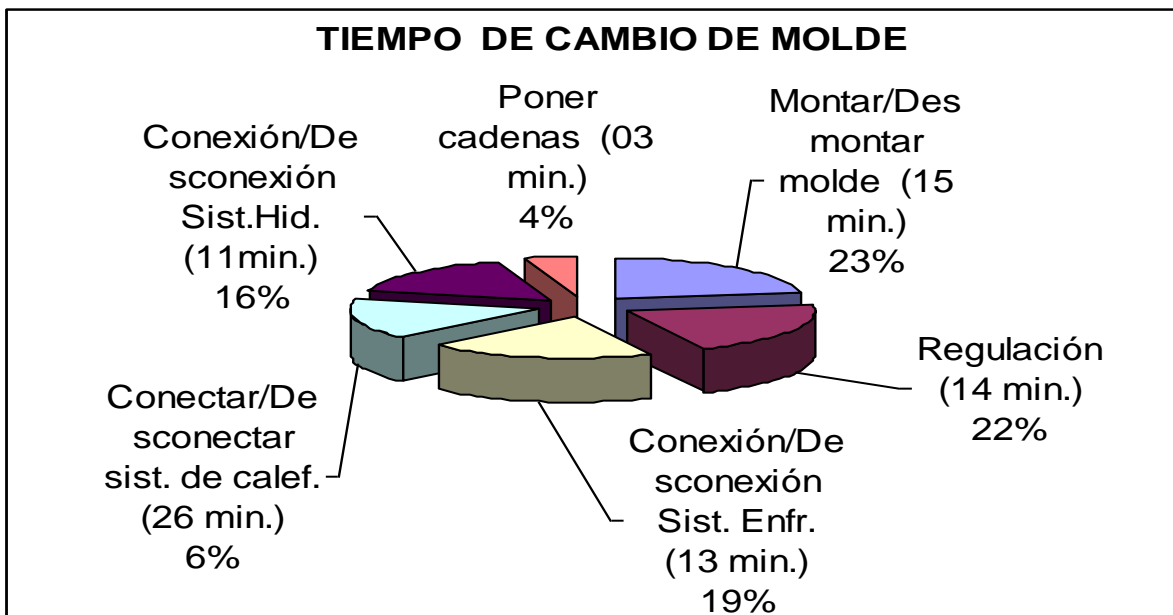
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE ESCURRIDOR DE PLATERA

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (28 min)	00:56	36%	00:28	35%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (13 min.)	00:26	17%	00:13	16%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (13 min)	00:26	17%	00:13	16%
Ajustar/Desajustar molde (11 min)	00:22	14%	00:11	14%
Montar/Desmontar molde (10 min)	00:20	13%	00:10	12%
Poner/sacar cadenas (3 min)	00:03	2%	00:03	4%
Conectar sistema elect. (03 min.)	00:03	2%	00:03	4%
Total	02:36	100%	01:21	100%



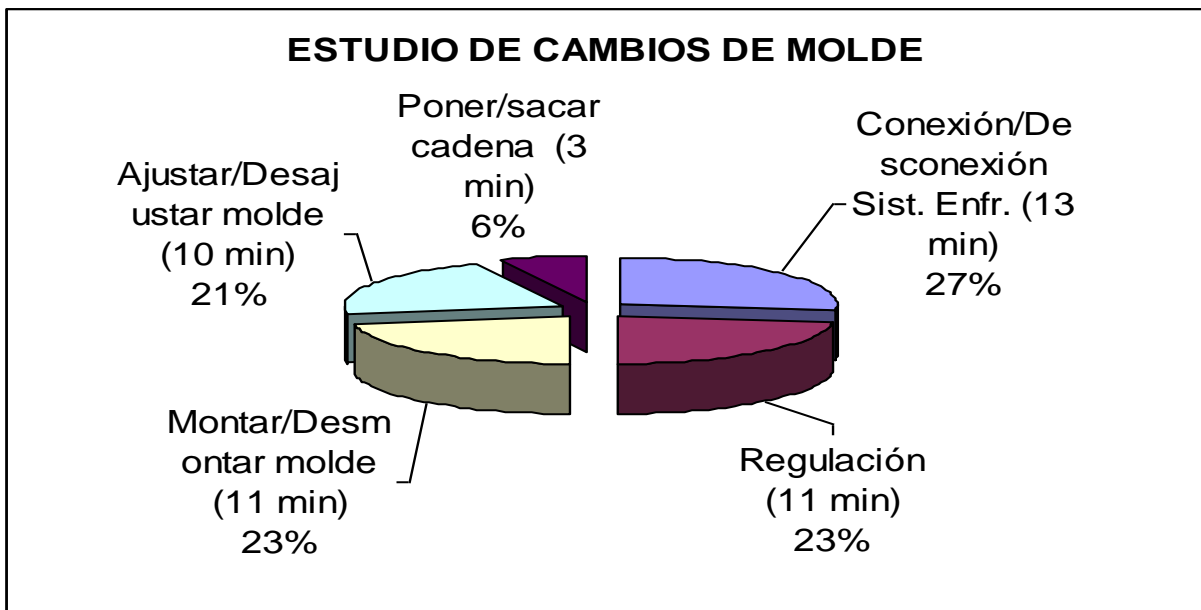
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE BANDEJA UNI

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Montar/Desmontar molde (15 min.)	00:30	23%	00:15	22%
Regulación (14 min.)	00:28	21%	00:14	21%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (13 min.)	00:26	20%	00:13	19%
Ajustar/Desajustar molde (11 min.)	00:22	17%	00:11	16%
Conexión/Desconexión Sist.Hid. (11min.)	00:22	17%	00:11	16%
Poner cadenas (03 min.)	00:03	2%	00:03	4%
Total	02:11	100%	01:07	100%



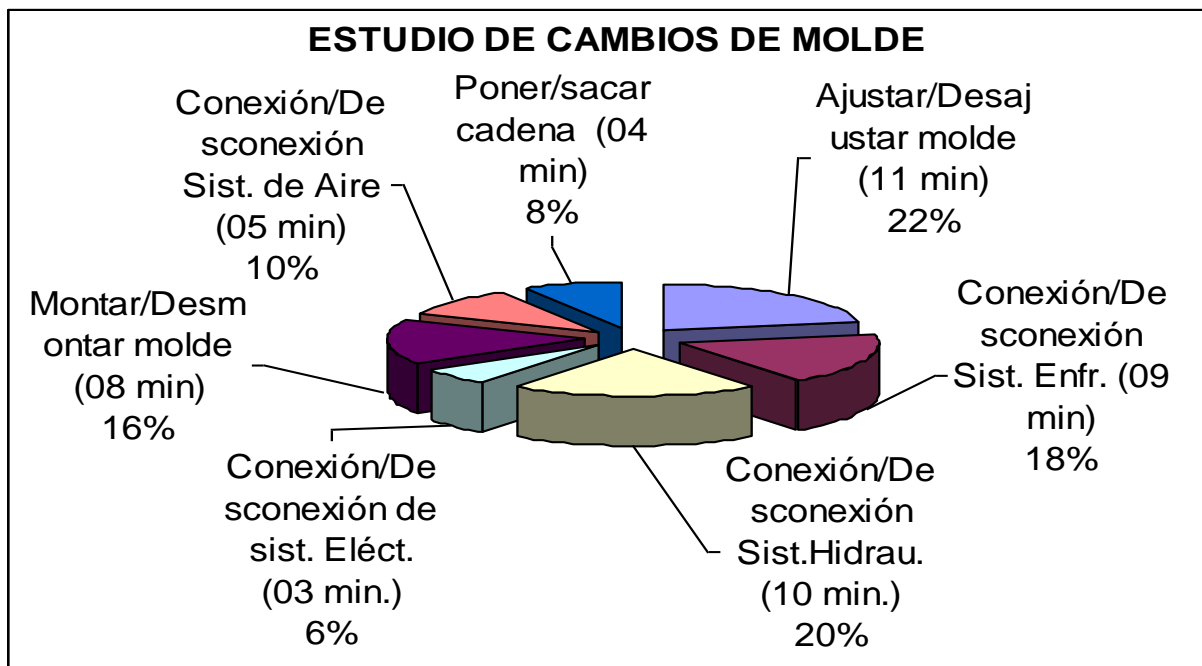
RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE ASA BALDE INDUSTRIAL

DESCRIPCION	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (13 min)	00:13	27%	00:13	27%
Regulación (11 min)	00:11	23%	00:11	23%
Montar/Desmontar molde (11 min)	00:11	23%	00:11	23%
Ajustar/Desajustar molde (10 min)	00:10	21%	00:10	21%
Poner/sacar cadena (3 min)	00:03	6%	00:03	6%
	00:48	100%	00:48	100%



RESUMEN DEL CAMBIO DE MOLDE MACETERO JAZMÍN RECTANGULAR

DESCRIPCIÓN	(MIN-H)	% MIN-H	(MIN-MAQ.)	% MIN-MAQ.
Regulación (23 min)	00:23	20%	00:23	32%
Ajustar/Desajustar molde (11 min)	00:22	19%	00:11	15%
Conexión/Desconexión Sist. Enfr. (09 min)	00:18	16%	00:09	12%
Conexión/Desconexión Sist.Hidrau. (10 min.)	00:20	18%	00:10	14%
Conexión/Desconexión de sist. Eléct. (03 min.)	00:03	3%	00:03	4%
Montar/Desmontar molde (08 min)	00:13	12%	00:08	11%
Conexión/Desconexión Sist. de Aire (05 min)	00:10	9%	00:05	7%
Poner/sacar cadena (04 min)	00:04	4%	00:04	5%
	01:53	100%	01:13	100%



BIBLIOGRAFÍA

1. ANGUITA DELGADO RAMÓN, Moldeo por Inyección, parte 1ª Teoría y Equipos, Primera Edición Española, Editorial Blume, 1975), pp. 9-13
2. SHINGO SHIGEO, Una Revolución en la Producción: El sistema SMED, Segunda Edición, Gráficas Hergos, 1990, pp. 6-7, 23-42, 44-46, 55-61.
3. WILLIAN K. HODSON, Manual del Ingeniero Industrial, Tomo 1, Cuarta Edición, Mac Graw Hill, Tomo I, pp. 4.13-4.14, 4.23–4.24.
4. Páginas Web:
www.otri.uc3m.es/pages/resultados/ficha8.htm
www.plasticosindustriales.com.ec
www.pycca.com.ec