



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y  
OPERACIONES**

**PROYECTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
*S.M.E.D. (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)* EN EL  
CAMBIO DE MOLDES DE PRENSAS DE VULCANIZACIÓN EN  
LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S. A.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE:**

**INGENIERO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**

**AUTOR:**

**PEDRO ALEJANDRO ARÉVALO DURAZNO**

**DIRECTOR:**

**IVÁN GONZALO ANDRADE DUEÑAS**

**CUENCA, ECUADOR**

**2014**

## AGRADECIMIENTOS

Al encontrarme en la finalización del trabajo de grado, es necesario exponer mis agradecimientos como siguen:

- A Dios, por brindarme la oportunidad de trabajar en algo que realmente me gusta.
- A mi padre, mi madre y mis hermanos, por el ejemplo que me han dado a lo largo de toda mi vida y por motivarme a ser mejor cada día.
- A Alexandra Merchán, por toda la ayuda brindada a lo largo de mi carrera universitaria, sin cuya presencia y apoyo, esto no habría sido posible.
- A mis amigos más cercanos, por su preocupación y ayuda.
- A la Universidad del Azuay, a todos los que alguna vez fueron mis profesores y muy especialmente al Ing. Iván Andrade, por la ayuda en la ejecución de la tesis y por todas las experiencias y conocimientos compartidos.
- A la empresa Continental Tire Andina S.A. por abrirme sus puertas, dándome la oportunidad de superarme cada día más, no solo en el ámbito profesional, sino también en el personal.
- Al Ing. Paúl Vásquez, infinitas gracias quien, si bien nunca fue mi profesor, me es necesario recalcar que hasta el momento, es la persona de la que más he aprendido sobre mi carrera. Gracias por la paciencia a la hora de responder a todas mis preguntas y por haberme permitido trabajar a su lado.
- A todo el departamento de Ingeniería Industrial, por la ayuda brindada en el día a día.

## INDICE DE CONTENIDOS

Resumen .....	x
Abstract .....	xi
Introducción .....	1
<b>CAPITULO 1: FUNDAMENTO CIENTIFICO</b>	
1.1.    Objetivos .....	2
1.2.    Alcance .....	2
1.3.    Metodología .....	3
1.4.    Estructura de la tesis .....	3
<b>CAPÍTULO 2: INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA</b>	
2.1.    Reseña histórica de la empresa continental tire andina s.a.....	5
2.2.    Proceso productivo .....	8
2.2.1.    Llantas bias .....	8
2.2.2.    Llantas radiales. ....	8
2.2.3.    Materias primas .....	8
2.2.4.    Procesos de fabricación .....	10
2.2.4.1.    Planta común .....	10
2.2.4.1.1.    Mezcladores .....	10
2.2.4.1.2.    Extrusoras .....	12
2.2.4.1.2.1.    Tubera doble .....	12
2.2.4.1.2.2.    Tubera <i>triplex</i> .....	13
2.2.4.1.2.3.    Tubera tres .....	14
2.2.4.1.3.    Calandrado .....	15
2.2.4.1.3.1.    Calandrado de textiles .....	15
2.2.4.1.3.2.    Calandria en z.....	15
2.2.4.1.4.    Roller head .....	16

<b>2.2.4.2. Plt (Passenger and Light Truck)</b> .....	17
<b>2.2.4.2.1. Construcción de pestañas</b> .....	17
<b>2.2.4.2.1.1. Elaboración del núcleo en <i>FSW</i></b> .....	17
<b>2.2.4.2.1.2. Aplicación de relleno</b> .....	18
<b>2.2.4.2.2. Elaboración del <i>breaker</i> de acero en <i>steelastics</i></b> .....	19
<b>2.2.4.2.3. Máquinas cortadoras</b> .....	20
<b>2.2.4.2.3.1. Cortadora <i>DT2</i></b> .....	20
<b>2.2.4.2.3.2. Cortadora <i>Maxi Sleeter</i></b> .....	21
<b>2.2.4.2.4. Máquinas constructoras</b> .....	21
<b>2.2.4.2.4.1. Carcaseras o primera etapa</b> .....	21
<b>2.2.4.2.4.2. <i>Expanders</i> o segunda etapa</b> .....	22
<b>2.2.4.2.5. Área de vulcanización <i>PLT</i></b> .....	23
<b>2.2.4.2.6. Inspección y acabado final</b> .....	24
<b>2.2.4.2.6.1. Equipo original</b> .....	24
<b>2.2.4.2.6.2. Reposición</b> .....	25
<b>2.2.4.2.6.3. Primera inspección</b> .....	25
<b>2.2.4.2.6.4. <i>TUO, TUG</i></b> .....	25
<b>2.2.4.2.6.5. <i>CARE</i></b> .....	26
<b>2.2.4.2.7. Almacenamiento en bodega</b> .....	26
<b>2.2.4.3. CVT (Commercial Vehicle Tires)</b> .....	26
<b>2.2.4.3.1. Fischer de breaker</b> .....	27
<b>2.2.4.3.2. Fischer de pliegos</b> .....	27
<b>2.2.4.3.3. <i>Hexa bead</i></b> .....	28
<b>2.2.4.3.4. <i>Apex</i></b> .....	29
<b>2.2.4.3.5. Constructoras <i>SAV'S</i></b> .....	30
<b>2.2.4.3.6. Área de vulcanización <i>CVT</i></b> .....	31
<b>2.2.4.3.7. Rayos x</b> .....	32
<b>2.2.4.3.8. Almacenamiento en bodega</b> .....	33

<b>2.3. Modelos de llantas que oferta la empresa</b> .....	33
<b>2.3.1. Incremento en el modelo de llantas</b> .....	33
<b>2.4. Prensas de vulcanización</b> .....	33
<b>2.4.1. Prensas <i>N.R.M.</i></b> .....	34
<b>2.4.2. Prensas <i>B.O.M.</i></b> .....	34
<b>2.5. Programación actual del cambio de moldes</b> .....	35

### **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO, LA METODOLOGÍA S.M.E.D.**

<b>3.1. Introducción a la metodología S.M.E.D.</b> .....	36
<b>3.1.1. Reseña histórica de la metodología <i>S.M.E.D.</i></b> .....	36
<b>3.1.2. Técnicas de la metodología <i>S.M.E.D.</i></b> .....	37
<b>3.1.3. Beneficios de la metodología <i>S.M.E.D.</i></b> .....	39

### **CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

<b>4.1. Descripción del área de moldes</b> .....	41
<b>4.2. Estudio del método actual de cambio de moldes en prensas de vulcanización</b> .....	43
<b>4.2.1. Equipo de trabajo</b> .....	43
<b>4.2.2. Levantamiento y documentación de información del método actual de cambio</b> .....	44
<b>4.2.2.1. Diagrama de flujo del cambio de moldes en las prensas de vulcanización <i>N.R.M.</i></b> .....	55
<b>4.2.2.2. Diagrama de flujo del cambio de moldes en las prensas de vulcanización <i>B.O.M.</i></b> .....	61

### **CAPÍTULO 5: EL S.M.E.D. EN EL CAMBIO DE MOLDES**

<b>5.1. La Metodología S.M.E.D. en el cambio de moldes</b> .....	66
<b>5.1.1. Definición de las actividades internas y externas</b> .....	66

5.1.1.1. Aplicación de la metodología eliminar, combinar, reorganizar simplificar (E.C.R. S.).....	78
5.1.2. Estudio de mejora en actividades internas .....	92
5.1.2.1. Optimización de mecanismos, implementación de nuevas herramientas .....	92
5.1.3. Estudio de mejora en actividades externas.....	95
5.1.3.1. Estudio del área de preparación de moldes.....	95
5.1.3.2. Mejora en actividades externas .....	98
5.1.4. Asignación de actividades y balance de cargas de trabajo .....	99
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Producción desde el año 2000 hasta el año 2012 .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 2. Situación actual. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 3. Situación actual. Montaje de moldes en prensas N.R.M.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4. Situación actual. Calibración de moldes en prensas N.R.M.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 5. Situación actual. Tiempo total de cambio de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 6. Situación actual. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 7. Situación actual. Montaje de moldes en prensas B.O.M.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 8. Situación actual. Calibración de moldes en prensas B.O.M.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 9. Situación actual. Tiempo total de cambio de moldes en prensas B.O.M. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 10. Diagrama de flujo. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 11. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 12. Diagrama de flujo. Calibración de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 13. Diagrama de flujo. Resumen de tiempos en el cambio de moldes en prensas N.R.M.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 14. Diagrama de flujo. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M. ....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 15. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas B.O.M. ....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 16. Diagrama de flujo. Calibración de moldes en prensas B.O.M. ....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 17. Diagrama de flujo. Resumen de tiempos en el cambio de moldes en prensas B.O.M.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 18. Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 19. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 20. Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas N.R.M. ....</b>	<b>72</b>

<b>Tabla 21. Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas</b>	
<b>B.O.M.</b> .....	74
<b>Tabla 22. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas</b>	
<b>N.R.M.</b> .....	75
<b>Tabla 23. Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas</b>	
<b>N.R.M.</b> .....	77
<b>Tabla 24. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.</b> .....	79
<b>Tabla 25. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas N.R.M.</b> .....	81
<b>Tabla 26. Formato E.C.R.S. Calibración de moldes en prensas N.R.M.</b> .....	84
<b>Tabla 27. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.</b> .....	86
<b>Tabla 28. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas B.O.M.</b> .....	88
<b>Tabla 29. Formato E.C.R.S. Calibración de moldes en prensas B.O.M.</b> .....	91
<b>Tabla 30. Formato de checklist</b> .....	94
<b>Tabla 31. Asignación de actividades. Desmontaje de moldes en prensas</b>	
<b>B.O.M.</b> .....	100
<b>Tabla 32. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas B.O.M.</b>	102
<b>Tabla 33. Asignación de actividades. Calibración de moldes en prensas B.O.M.</b>	
.....	104
<b>Tabla 34. Resumen de tiempos de la asignación de actividades en el cambio</b>	
<b>de moldes de prensas B.O.M.</b> .....	105
<b>Tabla 35. Asignación de actividades. Desmontaje de moldes en prensas</b>	
<b>N.R.M.</b> .....	106
<b>Tabla 36. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas N.R.M.</b>	107
<b>Tabla 37. Asignación de actividades. Calibración de moldes en prensas N.R.M.</b>	
.....	109
<b>Tabla 38. Resumen de tiempos de la asignación de actividades en el cambio</b>	
<b>de moldes de prensas B.O.M.</b> .....	110

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1. Mixers.</b> .....	11
<b>Figura 2. Tubera doble.</b> .....	13
<b>Figura 3. Tubera triplex</b> .....	14
<b>Figura 4. Tubera tres</b> .....	14
<b>Figura 5. Calandria en Z.</b> .....	16
<b>Figura 6. Roller head.</b> .....	17
<b>Figura 7. FSW</b> .....	18
<b>Figura 8. Colocadora de relleno.</b> .....	19
<b>Figura 9. Steelastics</b> .....	20
<b>Figura 10. Carcaseras</b> .....	22
<b>Figura 11. Expanders</b> .....	23
<b>Figura 12. Vulcanización PLT.</b> .....	24
<b>Figura 13. TUO, TUG</b> .....	25
<b>Figura 14. CARE</b> .....	26
<b>Figura 15. Fischer de breaker.</b> .....	27
<b>Figura 16. Fischer de pliegos de acero.</b> .....	28
<b>Figura 17. Hexa bead.</b> .....	29
<b>Figura 18. Apex.</b> .....	29
<b>Figura 19. Constructora SAV.</b> .....	31
<b>Figura 20. Vulcanización CVT.</b> .....	32
<b>Figura 21. Rayos X</b> .....	32

*Arévalo Durazno*  
050214

**PROYECTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA S.M.E.D. (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) EN EL CAMBIO DE MOLDES DE PRENSAS DE VULCANIZACIÓN EN LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S. A.**

**RESUMEN:**

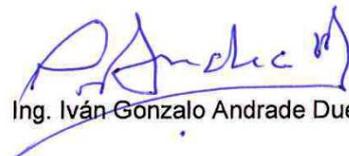
La metodología S.M.E.D. permite la disminución del tiempos de producción de neumáticos dentro de la empresa Continental Tire Andina S.A., para elaborar una propuesta de mejora, mediante la metodología S.M.E.D., en las actividades internas y externas del cambio de moldes y diseñar un método de trabajo que disminuya considerablemente el tiempo empleado en estas, y por ende, el tiempo de producción de neumáticos. Se realizaron filmaciones de los cambios completos. Posteriormente se estudió la información levantada, dividiendo todas las actividades en elementos, para finalmente determinar oportunidades de mejora mediante las técnicas de la metodología S.M.E.D.

La implementación de las propuestas de mejora planteadas, permite una reducción de tiempo del cambio de moldes, en promedio, de 590 minutos, alcanzándose así un incremento en la producción de 59 llantas por día, además de flexibilizar los procesos de la empresa para responder, de una manera más rápida, a una demanda diversa.

**Palabras clave:**

S.M.E.D, metodología, vulcanización, productividad, moldes, prensa.

  
Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

  
Ing. Iván Gonzalo Andrade Dueñas

  
Pedro Alejandro Arévalo Durazno

*Arévalo Durazno*  
11/02/14

**ABSTRACT**

**PROJECT FOR THE APPLICATION OF S.M.E.D (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) METHODOLOGY IN THE CHANGE OF PRESSES VULCANIZATION MOLDS AT *CONTINENTAL TIRE ANDINA INC***

The S.M.E.D methodology allows decreasing tire production times within the *Continental Tire Andina S.A* company so as to develop a proposal to improve the internal and external activities of mold change by means of SMED methodology, and design a working method that significantly decreases the time spent on these activities, and therefore, the time of tire production. Footage of comprehensive changes was made. Later, the information obtained was studied by dividing all activities into elements so as to finally determine opportunities for improvement using the SMED methodology techniques.

The implementation of the proposed improvements allows a reduction in mold change time on average of 590 minutes, reaching a production increase of 59 tires per day. In addition the business processes became more flexible in order to respond quickly to a diverse demand.

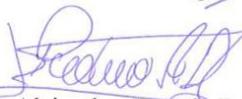
**Keywords:** SMED, Methodology, Vulcanization, Productivity, Molds, Press.



Ing. Pedro José Crespo Vintimilla  
School Director



Ing. Iván Gonzalo Andrade Dueñas  
Thesis Director



Pedro Alejandro Arevalo Durazno  
Author



Translated by  
Lic. Lourdes Crespo

Arévalo Durazno Pedro Alejandro

Trabajo de Grado

Ing. Iván Andrade

Febrero 2014

**PROYECTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA *S.M.E.D. (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)* EN EL CAMBIO DE MOLDES DE PRENSAS DE VULCANIZACIÓN EN LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S. A.**

**INTRODUCCIÓN**

La diversidad de productos dentro de una empresa manufacturera le permite tener un mercado más amplio para la venta. Esta diversidad de artículos está directamente relacionada con una variedad de cambios y calibraciones que se tienen que realizar en las máquinas utilizadas en la producción.

En la empresa Continental Tire Andina S.A. existe una restricción relacionada con la diversidad de modelos de llantas que se producen, en el cambio de moldes de prensas de vulcanización. En la actualidad, cuando se inicia la producción de un nuevo modelo de llanta, los cambios que se tienen que realizar en esta área toman un tiempo mayor al de las demás estaciones de trabajo, convirtiéndose de esta manera, en un cuello de botella. (Heizer y Render, 2008: 224)

Para levantar esta restricción es necesario desarrollar un estudio mediante la metodología *S.M.E.D.*, el cual, con la ayuda de las técnicas y herramientas que esta presenta, busca reducir el tiempo de cambio de moldes en las prensas de vulcanización.

En el presente estudio se desarrollan dichas técnicas y herramientas, teniendo como fin, la reducción del tiempo total de producción de neumáticos.

## CAPÍTULO 1

### FUNDAMENTO CIENTÍFICO

En el presente capítulo se desarrolla el fundamento científico de la tesis, englobando primeramente los objetivos (general y específicos), para posteriormente definir el alcance del estudio, la metodología con la que se llevó a cabo el trabajo y finalmente la estructura de la tesis.

#### 1.1. Objetivos

El objetivo general es:

Realizar el estudio para la reducción de los tiempos de producción de neumáticos, mediante el proyecto de implementación de la metodología *S.M.E.D.* (*Single Minute Exchange of Die*), en el cambio de moldes de las prensas de vulcanización de la empresa Continental Tire Andina S. A.

Del objetivo general se desprenden los objetivos específicos, como siguen:

- Obtener información de la situación actual de cambio de moldes.
- Elaborar una propuesta de mejora, mediante la metodología *S.M.E.D.*, en las actividades internas y externas del cambio de moldes.
- Diseñar un método de trabajo que disminuya considerablemente el tiempo empleado en el cambio de moldes, y por ende, el tiempo de producción de neumáticos.

#### 1.2. Alcance del estudio

El estudio abarca un análisis a fondo de las operaciones que implican la realización del cambio de molde en las prensas para la vulcanización de llantas, con el objeto de lograr mejoras en este proceso mediante las herramientas que presenta la metodología *S.M.E.D.* Se estudiarán las actividades internas y externas del proceso y se planteará una propuesta para la transformación y mejora de algunas de éstas,

para de esta manera conseguir una reducción en el tiempo empleado en el proceso de fabricación de neumáticos.

### **1.3. Metodología**

Para la realización del estudio de tesis, primeramente se llevó a cabo una charla con los trabajadores implicados en el cambio de moldes de las prensas de vulcanización, en donde se les explicó el fin de estudio, buscando de esta manera el trabajo en equipo y la colaboración de los mismos, ya que sin el aporte de su conocimiento del proceso, el estudio no habría sido posible.

Una vez realizada la charla se filmaron, en un período de dos semanas, dos cambios completos de moldes, uno en prensas *N.R.M.* y otro en prensas *B.O.M.* Conforme se llevaban a cabo la filmaciones, se hacían preguntas de todo tipo a cada uno de los implicados en el cambio, para de esta manera poder comprender correctamente cada uno de los pasos de los cambios de moldes.

Una vez terminado el proceso de filmación, los videos fueron documentados, dividiendo cada uno de los cambios en actividades y elementos, para posteriormente, con la ayuda de un cronometro, registrar el tiempo de cada una de estas actividades y elementos. (Noori y Radford, 1997: 578)

Finalmente, mediante las técnicas y herramientas de la metodología *S.M.E.D.*, se procedieron a buscar oportunidades de mejora, para así llegar a disminuir al máximo los tiempos de cambios de moldes.

### **1.4. Estructura de la tesis**

En el primer capítulo se especifica la introducción del trabajo de tesis, los objetivos, el alcance, la metodología y la estructura de cada capítulo.

El capítulo dos incluye la descripción y evolución de la empresa Continental Tire Andina S.A. a lo largo del tiempo, así como también una descripción del proceso productivo, prensas de vulcanización y la manera en que se realiza la programación del cambio de moldes.

El capítulo tres engloba el marco teórico, en donde se detallan las diferentes herramientas y técnicas que se ocupan en la metodología S.M.E.D.

En el capítulo cuatro se realiza el estudio de campo, en donde se llevan a cabo videos y la posterior documentación de la información del proceso de cambio de moldes en prensas de vulcanización.

En el capítulo cinco se desarrolla la metodología S.M.E.D. en el cambio de moldes de prensas de vulcanización.

En el capítulo seis se detalla la conclusión del trabajo de tesis y las recomendaciones.

## CAPÍTULO 2

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se detalla la información general de la empresa, describiendo la reseña histórica, el proceso productivo, los modelos de llantas que se producen, las diferencias existentes en las prensas de vulcanización y la programación actual de cambio de moldes. De esta manera se pretende tener un conocimiento general de la industria en donde se va a desarrollar el trabajo de tesis.

#### **2.1. Reseña histórica de la empresa Continental Tire Andina S.A.**

Las actividades de Continental Tire Andina S.A. inician a mediados del siglo anterior en la ciudad de Cuenca-Ecuador, en donde, debido a las circunstancias de la época y gracias a la visión del Sr. Octavio Chacón Moscoso, se pudo formar una de las principales empresas, no solo del Austro ecuatoriano, sino también de todo el país. El Austro ecuatoriano, a partir de la década de 1940, atravesaba una grave crisis económica, razón por la cual, el Sr. Octavio Chacón Moscoso y un grupo de legisladores del Azuay, propusieron al Congreso Nacional aprobar la Ley de Fomento Industrial.

Dicha ley brindaba una serie de ventajas, especialmente de tipo fiscal, consistente en la eliminación de impuestos a todas las industrias que se ubicasen en el sector del Austro y que trabajasen con mano de obra de la región, buscando de esta manera reconvertir la economía decaída y mejorar la situación de vida de sus habitantes. Después de la aprobación de la ley, se creó el Instituto de Recuperación Económica, que posteriormente pasaría a ser el Centro de Reversión Económica del Azuay (CREA). Con la aprobación de la ley, surgieron grandes ideas para la industrialización de la región, entre las cuales se destaca la del Sr. Octavio Chacón Moscoso y sus colaboradores, quienes detectaron la amplia importación de llantas, existiendo la oportunidad de fabricantes en el país.

La *Ecuadorian Rubber Company (ERCO)* fue creada el 31 de Julio de 1955. Entre los principales impulsores podemos encontrar al ya mencionado Sr. Octavio Chacón Moscoso, el Sr. Enrique Malo Andrade, el Sr. José Filomentor Cuesta y a

36 accionistas más, quienes aportaron con un total de veinticuatro millones de sucres para la fundación de la misma.

En el año de 1956, en la ciudad de Akron del estado de Ohio, en el país de Estados Unidos, se firmó un acuerdo con la *General Tire and Rubber Company*, que acordaba dar la asistencia técnica necesaria a la *Ecuadorian Rubber Company*. De inmediato, los diferentes importadores de llantas se opusieron de una manera enconada a que la empresa empiece sus labores, por miedo de quedarse sin su fuente de ingresos. Debido a este factor y los diferentes problemas con los importadores de la maquinaria a usarse, la empresa tuvo que retrasar los inicios de la producción hasta el 23 de diciembre del año de 1962.

Después de iniciada la producción y pasadas todas las pruebas de calidad y las necesarias para la comercialización de neumáticos, se inaugura oficialmente, un 25 de enero de 1963, la *Ecuadorian Rubber Company*, con una producción inicial de 108 llantas por día. En el año de 1972 debido a las exigencias del gobierno nacionalista de la época, se traduce el nombre de la empresa al español, pasando a ser la *Compañía Ecuatoriana del Caucho*.

El año de 1987 la multinacional Continental AG, con su sede en Alemania, compra General Tire a nivel mundial, pasando de esta manera a formar parte también de ERCO, debido a las acciones que poseían. Después de este hecho, la *Compañía Ecuatoriana del Caucho* sufre una serie de cambios en la producción. El día 6 de julio de 2009, Continental AG, pasa a ser socio mayoritario de ERCO, cambiando así su nombre a *Continental Tire Andina S.A.* De esta manera la empresa empieza a crecer en los diferentes aspectos empresariales, principalmente en el área de la tecnología y la automatización de procesos.

Gracias a la nueva tecnología presente en la empresa y con esto la reducción de la fuerza física en los diversos procesos de fabricación de llantas, la inclusión de las mujeres a la planta ha ido incrementándose paulatinamente. Cabe recalcar que el desempeño de las mismas, ha sido positivo.

La empresa ha ido evolucionando constantemente, y con esto, el portafolio de los productos que oferta, también. El lanzamiento de la línea de camión radial, el 15 de Octubre del 2008, es sin lugar a dudas un hecho sumamente importante en la historia de la empresa, ya que con este nuevo producto, se incursiona en un

mercado más amplio a lo largo del país y del continente. En la actualidad, Continental Tire Andina S.A. abarca el 43 % del mercado nacional de llantas.

La empresa siempre ha tenido una significativa preocupación por el buen vivir de sus trabajadores y de la comunidad. Pero es desde el año 2007 que se implementó la propuesta de responsabilidad social empresarial de una manera más seria, ya que se firmó, con la Municipalidad de Cuenca, un convenio para la regeneración de áreas verdes, donando cinco mil árboles.

Continental Tire Andina S.A. sigue desempeñando sus labores en el que fue el lugar de sus inicios; en el sector de Machángara, Panamericana Norte, kilómetro 28. Trabajan en la actualidad 851 personas en planta y 309 en oficinas. En la tabla que se presenta a continuación se puede ver la variación que se ha tenido en la producción con el pasar de los años, en ocasiones disminuyendo, debido a huelgas y otros factores, pero en la mayoría de los casos, aumentando.

Tabla1. Producción desde el año 2000 hasta el año 2012

<b>Año</b>	<b>Unidades Producidas</b>	<b>Porcentaje de Incremento con relación al año anterior</b>
2000	1 305 901	8,99%
2001	1 232 756	-5,60%
2002	1 332 082	8,06%
2003	1 208 055	-9,31%
2004	1 307 828	8,26%
2005	1 383 258	5,77%
2006	1 522 892	10,09%
2007	1 600 144	5,07%
2008	1 725 384	7,83%
2009	1 433 413	-16,92%
2010	1 436 703	0,23%
2011	2 109 735	46,85%
2012	2 263 026	7,27%

En la actualidad la empresa oferta llantas de la línea de Pasajero y Camioneta (*PLT*) y también de la línea de Camión (*CVT*), teniendo como marcas a Continental, General Tire, Barum y *Sportiva*.

Los clientes fuera del país se encuentran en Venezuela, Colombia, Perú y Bolivia. (Chico, Malo, Zabala, Machuca, y Vargas, 2012: 43)

## **2.2. Proceso Productivo**

En la actualidad la empresa se dedica a la fabricación de dos tipos de llantas, las conocidas como radiales y las conocidas como *Bias*.

### **2.2.1. Llantas *Bias***

La empresa inició sus labores con la fabricación de llantas *Bias* y paulatinamente, ha ido mermando su producción hasta llegar a ser casi nula, debido a la complejidad que implica su manufactura. La principal característica de una llanta *Bias* es la construcción en una sola etapa, lo cual implica una alta intervención de la fuerza física del operador, incrementando así su dificultad de producción. Este tipo de llantas se construyen con pliegos de nylon en forma diagonal, lo cual implica que formen radios diagonales, proyectados desde el centro de la llanta.

Comparando con las llantas radiales, las llantas *Bias* se caracterizan por tener mayor resistencia en caminos en mal estado, razón por la cual todavía existe demanda en el país; pero técnicamente, las llantas radiales están mejor constituidas.

### **2.2.2. Llantas Radiales.**

Las llantas radiales, a diferencia de las llantas *Bias*, se construyen en dos etapas, siendo éstas llevadas a cabo de una manera más automatizada, es decir con menor intervención del operador y por ende su fabricación es más simple. Debido a las ventajas que presentan en su utilización, como son la presencia de una menor resistencia al rodado, disminuyendo así el consumo de combustible, y un mejor desempeño en lluvia, lo que implica mayor seguridad a la hora de conducir. El mercado es más amplio y en la actualidad la producción es casi en su totalidad, de llantas de este tipo. Se las conoce como llantas Radiales debido a que sus pliegos forman radios desde el interior hacia el exterior, con un ángulo de noventa grados.

### **2.2.3. Materias Primas**

Para la elaboración de una llanta se requieren de aproximadamente de 168 materias primas diferentes, las cuales provienen del mercado nacional e

internacional. El componente que en mayor porcentaje interviene en la fabricación de una llanta es el caucho, ya sea éste sintético o natural. La empresa cuenta con su propia fábrica de abastecimiento de caucho natural llamada AGICOM, ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la cual proporciona el 30% de materia prima necesaria para la producción. El otro 70% proviene de países como Malasia e Indonesia.

La principal diferencia entre los tipos de cauchos, es que el sintético presenta mejores características para la producción, debido a que ya ha pasado por un proceso de industrialización y ha sido manejado de acuerdo a las necesidades del cliente, siendo éstas: menor humedad y mayor resistencia a altas temperaturas.

Entre las principales materias primas que intervienen en la fabricación de una llanta se tiene:

- Negro de Humo,
- Aceites,
- Alambres,
- Textiles de poliéster,
- Textiles de Nylon,
- Caucho Sintético,
- Caucho Natural,
- Otros.

Los químicos que se ocupan en el proceso, incluidos los aceites y el negro de humo, tienen el fin de dar las condiciones requeridas de plasticidad y elasticidad a los cauchos, para de esta manera poder trabajar bajo los parámetros requeridos. La mayoría son importados. Entre los más destacados se encuentra el azufre, el cual permite que el caucho pase de un estado plástico a un estado elástico, en el proceso de vulcanización.

Los textiles son importados desde Estados Unidos, y son usados en la fabricación de pliegos, presentes en las llantas *Bias* y en las Radiales.

La mayoría de alambres de acero ocupados son importados de México, siendo utilizados en la fabricación de partes de la llanta como *breakers* de acero, núcleos

de pestañas y en el pliego de acero, este último utilizado en la fabricación de las llantas de Camión Radial.

#### **2.2.4. Procesos de Fabricación**

En la actualidad la empresa se divide en tres áreas para llevar a cabo la fabricación de los diferentes modelos de neumáticos que oferta, siendo éstas:

- Planta Común
- *PLT (Passanger and Light Truck)*
- *CVT (Commercial Vehicle Tires)*

A continuación se describe que es lo que se produce en cada una de estas áreas de la empresa y cómo están vinculadas.

Debido a la poca producción que se tiene de llantas Bias, para el presente trabajo se ha visto pertinente únicamente describir el proceso productivo de llantas Radiales.

##### **2.2.4.1. Planta común**

Desde esta área de la empresa parte la producción, y es en donde se fabrican los materiales que van a servir a las demás áreas de la empresa, ya sea para la producción de llantas de pasajero, camioneta o camión. Por ello se le denomina planta común y engloba un número determinado de máquinas, las cuales trabajan con los siguientes fines:

##### **2.2.4.1.1. Mezcladores**

Una vez que toda la materia prima ha sido ingresada a bodega, se procede a empezar la producción con el proceso de mezclado. En la actualidad la empresa cuenta con cuatro mezcladores, en donde se diferencian dos tipos de mezclas, las primarias y las finales. Las mezclas finales son producidas a partir de las mezclas primarias.

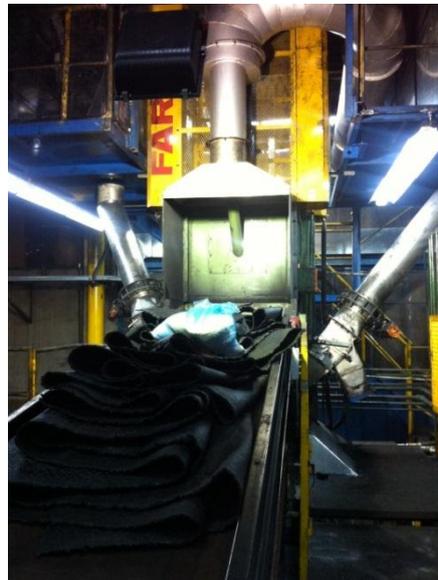
En el proceso para la obtención de las mezclas primarias, se incluye el caucho natural o sintético más una serie de químicos, entre ellos negro de humo y

polímeros, para de esta manera obtener una composición química estable en el caucho.

En las mezclas finales se incluyen, a más de las mezclas primarias, una cantidad de químicos acelerantes y el azufre, que como se mencionó anteriormente, es la clave para la vulcanización. Cada mezcla que se realiza, está respaldada por una receta, la cual indica que tipo de mezcla se va a fabricar y la cantidad y tipo de componentes que se van a ocupar.

Una vez que el proceso de mezclado ha concluido, las cargas pasan a los molinos, los cuales les dan la forma de lámina de caucho, necesaria para la correcta utilización en los siguientes procesos. Posteriormente la lámina pasa por una tina de substancia antiadherente, la cual moja el material, evitando así que se peguen entre sí. Finalmente el material es almacenado en plataformas, para ser llevado a su siguiente destino; si es mezcla primaria, regresa al área de mezcladores y si es mezcla final, es llevada al siguiente proceso en que va a ser usada.

Figura 1. *Mixers*.



#### **2.2.4.1.2. Extrusoras**

En el área de extrusión, la empresa cuenta con tres grandes máquinas que fabrican una serie de partes de la llanta, los cuales se producen a partir de las mezclas finales, que vienen de los mezcladores.

Las máquinas que se pueden encontrar en esta área son:

- Tubera Doble,
- Tubera *Triplex*,
- Tubera Tres,

##### **2.2.4.1.2.1. Tubera Doble**

Lleva este nombre debido a la cantidad de mezclas finales que pueden ser procesadas a la vez. La máquina cuenta con dos tolvas, por donde entran las mezclas finales, en el interior se les somete a una determinada presión y temperatura, dependiendo del material que se vaya a fabricar, y mediante un tornillo sinfín y un dado, el cual le da la forma al material que se quiere producir, se obtiene el producto.

En esta máquina se produce la parte más externa de la llanta, que es la que va a tener contacto con el asfalto, llamada rodamiento.

Los rodamientos, si bien están compuestos de tres mezclas finales, se fabrican en esta máquina con la ayuda de una pequeña extrusora extra que produce la parte del cojín. Esto se realiza debido a cuestiones de eficiencia de la empresa.

Figura 2. Tubera Doble.



#### **2.2.4.1.2.2. Tubera *Triplex***

El sistema de extrusión es básicamente el mismo; ingresan las mezclas finales a la máquina, en un tornillo sinfín se les agrega presión y temperatura, para que posteriormente el material salga por un dado, el cual le da la forma deseada.

La Tubera Triplex, debido a su sistema más sofisticado, puede procesar tres mezclas finales a la vez, pudiendo de esta manera trabajar:

- Laterales,
- Rodamientos

Aquí se producen especialmente laterales de camión radial.

Figura 3. Tubera Triplex



#### 2.2.4.1.2.3. Tubera Tres

El principio de extrusión es el mismo que para las dos máquinas anteriores, mas la Tubera Tres, al ser una máquina un poco más antigua, produce materiales menos complejos como son:

- *Bead Cushion,*
- *Shoulder Cushion,*
- *Shoulder Pad,*
- Relleno para pestañas

Todos estos materiales son usados en la fabricación de llantas de camión radial.

Figura 4. Tubera Tres



### **2.2.4.1.3. Calandrado**

En la actualidad, la empresa cuenta con dos máquinas para realizar el calandrado de textiles y de alambres de acero:

- Calandria de Textiles,
- Calandria en Z

A continuación se presenta una descripción de cada una de ellas.

#### **2.2.4.1.3.1. Calandrado de Textiles**

En esta máquina se fabrican pliegos, ya sean de poliéster, de nylon o de cap-ply. En el proceso intervienen mezclas finales, las cuales se unen con el nylon/poliéster, mediante rodillos a presión, formando de esta manera un pliego de calibre homogéneo.

El material que se fabrica en la calandria de textiles es en lotes grandes, razón por la cual, para su uso en construcción, tiene que pasar previamente por las máquinas cortadoras, las cuales ajustan el material a la medida requerida del modelo de llanta que se planea producir.

#### **2.2.4.1.3.2. Calandria en Z**

En esta máquina se produce material calandrado de acero. Se llama en "Z" debido a la ubicación de los rodillos que pegan las mezclas finales con los alambres de acero.

Al igual que en la calandria de textiles, la calandria en Z, mediante presión en sus rodillos, consigue unir las mezclas finales con los alambres de acero, de tal manera que se fabrique un pliego de calibre homogéneo. El material que se fabrica en la calandria en Z es usando, en su gran mayoría, en la fabricación de llantas de camión CVT.

Después de que el material producido fue almacenado, es llevado a las máquinas cortadoras o fischers de pliego y breaker, las cuales cortan y ajustan al material a la medida requerida del modelo de llanta que se disponga a fabricar.

Figura 5. Calandria en Z.



#### **2.2.4.1.4. Roller Head**

Esta máquina está conformada por una extrusora, la cual, al igual que en las antes mencionadas, eleva la temperatura de la mezcla final, para así mediante un tornillo sinfín y un dado, fabricar un componente particular de las llantas radiales, el innerliner.

El innerliner es un pliego característico de las llantas radiales, ya que sustituye al tubo que ocupan las llantas de Bias. El innerliner debido a su composición, hace que el aire no se escape de la llanta al momento de inflarla, cuando ya está ensamblada con el aro.

Una vez que en planta común se han producido materiales que alimentan a todas las familias de llantas de la planta, el proceso se divide en PLT (Passenger and Light Truck) y CVT (Commercial Vehicle Tires).

Figura 6. Roller Head.



#### **2.2.4.2. PLT (*Passenger and Light Truck*)**

El área de PLT engloba la preparación, construcción, vulcanización, inspección, acabado final y despacho a bodega de las llantas de pasajero y camioneta, las cuales son de aro 13, 14, 15 y 16.

A continuación se detalla el proceso de cada centro de trabajo perteneciente a esta área de la empresa:

##### **2.2.4.2.1. Construcción de pestañas**

La pestaña es la parte de la llanta que tiene contacto con el aro, y se construye en dos pasos:

- Elaboración del núcleo en *FSW*,
- Aplicación de relleno.

##### **2.2.4.2.1.1. Elaboración del núcleo en *FSW***

Para la elaboración del núcleo, la máquina *FSW* se alimenta de una mezcla final y de alambres de acero. La máquina cuenta con una pequeña extrusora, en la cual ingresa la mezcla final, para después unirse con una serie de alambres de acero en la cabeza de la misma.

Una vez que los alambres están recubiertos de caucho de manera uniforme, pasan a un tambor, en donde toman la forma del aro de llanta que va a ser fabricado. En la cabeza de la extrusora se recubren un número determinado de alambres, dependiendo de la llanta que se quiera fabricar, y en el tambor. Estos alambres recubiertos de caucho giran el número de vueltas que diga la especificación de la llanta, alrededor del tambor.

Figura 7. FSW.



#### **2.2.4.2.1.2. Aplicación de relleno**

Para la finalización de la elaboración de la pestaña, el núcleo previamente producido en FSW pasa a las líneas colocadoras de relleno. Las colocadoras de relleno cuentan con una extrusora que trabaja con una mezcla final; aquí se le agrega temperatura y presión, para que posteriormente pase por un dado que tiene la forma que se busca. La máquina también cuenta con un tambor, en el cual se coloca el núcleo.

Después de tener las tiras de caucho con las condiciones requeridas, se las aplica alrededor del núcleo, en el tambor previamente mencionado. Al terminar la aplicación de relleno, la pestaña está lista para pasar al siguiente paso del proceso productivo, la construcción de la carcasa o construcción de la primera etapa.

Figura 8. Colocadora de Relleno.



#### 2.2.4.2.2. Elaboración del *Breaker* de acero en *Steelastics*

Al igual que en el proceso anterior, la elaboración del Breaker de acero en Steelastics cuenta con la presencia de una pequeña extrusora, la mezcla final y alambres de acero. La mezcla final ingresa en la extrusora, en donde se le agrega temperatura y presión, para posteriormente pasar a la cabeza de la extrusora, en donde recubre a los alambres de acero.

El proceso adicional que se da en las Steelastics es el corte y empalme del Breaker antes de su almacenamiento. La característica del Breaker de acero es que en su utilización en la siguiente etapa, tiene los alambres de acero inclinados, es decir no en ángulo de noventa grados. Por esta razón en la máquina Steelastic se recorta el material saliente de la cabeza de la extrusora, se le da un ángulo, y se le vuelve a empalmar, para ser posteriormente almacenado.

Los rollos almacenados de Breaker son posteriormente llevados a las máquinas expansoras, que es en donde se construye la segunda etapa de la llanta o el paquete Breaker Rodamiento.

Figura 9. Steelastics



#### 2.2.4.2.3. Máquinas Cortadoras

Una vez que el material ha sido fabricado en la calandria de textiles, es transportado a las máquinas cortadoras, las cuales, cortan y almacenan el material, de acuerdo a las medidas requeridas de la llanta que se quiera producir. En el área de PLT existen dos máquinas que cortan el material, para pliegos de textil y para cap-ply:

- *DT2*,
- *Maxi Sleeter*

##### 2.2.4.2.3.1. Cortadora *DT2*

Después de que el rollo de material ha sido trasladado desde la calandria de textiles hasta la *DT2*, se carga en la máquina cortadora. El trabajo del operador es colocar la receta en la máquina que contiene las medidas requeridas del corte e inspeccionar que el trabajo se esté realizando correctamente.

Una vez que el rollo de pliego y la receta han sido cargados, la máquina recorta el pliego de tal manera que quede con las medidas especificadas del modelo de llanta que se va a producir, para posteriormente ser almacenado en rollos más pequeños. Posteriormente, el rollo de material cortado es trasladado a las máquinas constructoras de carcasas o constructoras de primera etapa.

#### **2.2.4.2.3.2. Cortadora *Maxi Sleeter***

Al igual que la DT2, la *Maxi Sleeter* cumple la función de cortar el material proveniente de la Calandria de Textil, de manera que quede a medida exacta para la construcción de la llanta. La diferencia existente entre la DT2 y la *Maxi Sleeter*, radica en que esta última puede realizar varios cortes a la vez, es decir, cortar material especificado para varias llantas, hasta ocho en total.

Otra diferencia es que el material saliente de la DT2 se almacena en rollos de liner, el cual es un material aislante que ayuda a que el pliego no se pegue. En la *Maxi Sleeter*, los rollos son almacenados sin la presencia de ningún aislante.

Después de terminada la producción en la *Maxi Sleeter*, el material es llevado a las máquinas expansoras o constructoras de segunda etapa.

#### **2.2.4.2.4. Máquinas constructoras**

Una vez realizados todos los procesos anteriormente mencionados, se realiza la construcción de la llanta verde, la cual es el resultado del correcto ensamble de todos los materiales provenientes de dichos procesos. Se realiza en dos etapas:

- Carcaseras o Primera Etapa,
- *Expanders* o Segunda Etapa.

##### **2.2.4.2.4.1. Carcaseras o primera etapa**

Se denomina construcción de la primera etapa, debido a que el producto resultante servirá como insumo para la construcción de la segunda etapa.

Aquí se realiza el ensamble de los siguientes materiales:

- *Innerliner*,
- Pliegos de Textil,
- Pestañas,
- Laterales.

Las máquinas carcaseras cuentan con un tambor a la medida de la llanta que se está fabricando. Alrededor del tambor se coloca primeramente una capa de innerliner, después una capa de pliego de poliéster, posteriormente la máquina pone las pestañas en los bordes del tambor y finalmente se ubican los laterales a los costados.

El proceso es altamente automatizado y el principal trabajo del operador es supervisar que los materiales que se colocan en el tambor, estén en correctas condiciones. También es el encargado de cortar y empalmar los pliegos una vez que se han colocado sobre el tambor. Finalmente la máquina realiza un proceso de estichado, el cual consiste en dejar el producto compacto y sin aire en el interior de cada pliego, con el uso de rodillos que trabajan a presión.

Después de que la carcasa ha sido terminada es transportada hacia las máquinas expansoras o constructoras de segunda etapa.

Figura 10. Carcaseras.



#### **2.2.4.2.4.2. Expanders o segunda etapa**

En las máquinas expanders se construye la segunda etapa, y ésta se ensambla con la primera etapa, teniendo como resultado la llanta verde. El primer paso es cargar a la máquina, la carcasa proveniente de las máquinas constructoras de primera etapa. Al igual que en las carcaseras, las expanders cuentan con un tambor a la medida de la llanta que se esté fabricando, en donde primeramente se colocan dos

capas de cap-ply, después dos capas de breaker de acero y finalmente el rodamiento.

Una vez que ha sido construida la segunda etapa, el operador manda a realizar el ciclo automático, en donde la máquina ensambla las dos etapas, colocando la carcasa por dentro de la segunda etapa. La máquina "esticha" ambas etapas para que queden uniformemente ensambladas. El resultado de este proceso se conoce como llanta verde, la cual es muy parecida a una llanta normal, salvo el hecho que no está vulcanizada todavía, es decir, sus propiedades son todavía plásticas y no cumplen con los estándares requeridos para la venta. El siguiente paso es trasladar la llanta verde hacia el área de vulcanización.

Figura 11. Expanders



#### 2.2.4.2.5. Área de Vulcanización *PLT*

En las prensas de vulcanización es en donde, mediante altas temperaturas y gracias a los compuestos químicos previamente mezclados con el caucho, las llantas verdes pasan de un estado plástico a un estado elástico. Las temperaturas a las que se trabaja en las prensas de vulcanización varían, dependiendo de la llanta que se esté fabricando, entre los 140°C y 180°C. El tiempo de vulcanización también varía, entre los 10 y 12 minutos.

Las prensas cuentan con moldes, los cuales tienen la forma que la llanta verde va a tomar después de pasar por el proceso de vulcanización, en donde se incluyen el labrado del rodamiento, marca, medidas, trazabilidad, fabricante, etc. Después de

que el producto ha pasado por las prensas de vulcanización, mediante bandas, es transportado hacia el área de inspección y acabado final.

Figura 12. Vulcanización PLT.



#### **2.2.4.2.6. Inspección y Acabado Final.**

En el área de inspección y acabado final, es en donde, mediante una serie de inspecciones se define si la llanta va a ser destinada a Equipo Original, Reposición ó “Scrap” o desecho.

##### **2.2.4.2.6.1. Equipo Original**

Las llantas de equipo original, son aquellas destinadas a ser vendidas a las ensambladoras de vehículos, por lo tanto, pasan por una mayor cantidad de revisiones e inspecciones que sirven de filtros, para asegurar que el producto sea de una calidad óptima.

Las llantas para equipo original son chequeadas en primera inspección, para después ser procesadas por las máquinas TUO, TUG, y finalmente pasar por la inspección CARE.

#### **2.2.4.2.6.2. Reposición**

Las llantas de reposición, son aquellas definidas a ser vendidas a tiendas mayoristas y minoristas, y por lo tanto, no cuentan con una serie tan estricta de revisiones como las llantas de equipo original.

Antes de ser enviadas a la venta, las llantas de reposición pasan únicamente por primera inspección.

También se consideran llantas de reposición a todas aquellas que no pasaron satisfactoriamente por TUO, TUG y CARE, pero que sí cuentan con los requerimientos del mercado.

#### **2.2.4.2.6.3. Primera Inspección**

En este centro de trabajo, los calificados trabajadores, cumplen la función de revisar visualmente las llantas de PLT, para así poder detectar cualquier tipo de anomalía. Aquí se decide si la llanta va a equipo original, reposición, si tiene algún defecto y se puede reparar, o a "scrap".

#### **2.2.4.2.6.4. TUO, TUG**

Después de pasar por primera inspección y si se ha decidido que la llanta es equipo original, se la procesa con las máquinas TUO, TUG.

Aquí las principales pruebas que se realizan a las llantas es de redondez y uniformidad en el ancho.

Figura 13. TUO, TUG.



#### **2.2.4.2.6.5. CARE**

Después de ser procesadas por TUO, TUG, las llantas son sometidas a una prueba de equilibrio de rodado con respecto al centro de gravedad. Para este ensayo, las llantas son montadas en un aro.

Figura 14. CARE.



#### **2.2.4.2.7. Almacenamiento en Bodega**

Una vez definido el tipo de producto, las llantas son transportadas a la bodega interna, en donde se acumulan en pallets, diferenciando las de equipo original y las de reposición. Después de hacer el ingreso en la bodega interna, el producto es transportado a la bodega externa de la empresa, la cual está ubicada en el sector de Zhucay.

Con el ingreso a bodega, termina la descripción de fabricación de neumáticos PLT. A continuación se detalla el proceso de fabricación de neumáticos CVT.

#### **2.2.4.3. CVT (Commercial Vehicle Tires)**

Al igual que el área de PLT, el área de CVT (Commercial Vehicle Tires), parte después de la finalización de los procesos del área de Planta Común. En CVT se

fabrican las llantas de camión radial, para las cuales se requieren de los procedimientos explicados a continuación:

#### **2.2.4.3.1. Fischer de Breaker**

Fischer de *Breaker*, mejor conocida como cortadora de *breaker*, es una máquina muy similar a las ya mencionadas *Steelastics*, debido a que al igual que en estas máquinas, el material calandrado es cortado y empalmado, de tal manera que quede con un ángulo inferior a los 90° para su utilización.

La diferencia radica en que en las *Steelastics*, la unión de la mezcla final con el alambre ocurre en la misma máquina, mas en la Fischer, el material ya viene calandrado, es decir, la mezcla final y el alambre de acero ya vienen prefabricados desde la calandria en Z, listos para realizar el corte y empalme. Después de realizado el corte y empalme, el material es almacenado en rollos, para ser posteriormente trasladado a las máquinas constructoras SAV's.

Figura 15. Fischer de *Breaker*.



#### **2.2.4.3.2. Fischer de Pliegos**

Mejor conocida como cortadora de pliegos de acero, se encarga de recortar y empalmar el material calandrado, procedente de la calandria en Z, para posteriormente ser ocupado en la construcción de llantas de camión radial. El material viene enrollado con los alambres en forma vertical y al pasar por el corte y empalme, los alambres quedan dispuestos en forma horizontal.

Después de pasar por la Fischer de Pliegos, el material es almacenado y transportado a las constructoras SAV's.

Figura 16. Fischer de pliegos de acero.



#### **2.2.4.3.3. Hexa Bead**

En la máquina Hexa Bead se producen núcleos para pestañas de camión radial, en donde el proceso es muy similar al de la máquina FSW. La diferencia principal consiste en que en la máquina FSW una serie determinada de alambres de acero se unen con la mezcla final antes de pasar a el tambor, en cambio en la máquina Hexa Bead, solamente un alambre es recubierto por la mezcla final, para posteriormente dar una cantidad mayor de vueltas en el tambor final. Después de contruidos, los núcleos son trasladados a la máquina Apex.

Figura 17. Hexa Bead.



#### 2.2.4.3.4. Apex

Con núcleos procedentes de la máquina Hexa Bead, relleno de pestaña procedente de la máquina Tubera Triplex y bandera procedente de la cortadora horizontal, se construye la pestaña para camión radial en la máquina Apex. En el proceso, primero se coloca el núcleo en un tambor ajustado a la medida de la llanta que se va a fabricar, para después colocar la bandera alrededor del núcleo y finalmente el relleno.

Después de construida la pestaña, se almacena en carros y se la transporta a las constructoras SAV's.

Figura 18. Apex.



#### **2.2.4.3.5. Constructoras SAV's**

La empresa cuenta con dos máquinas constructoras SAV's, en donde se ocupan todos los materiales anteriormente mencionados para la construcción de las llantas de camión radial. El proceso de construcción en CVT es muy parecido al de construcción de llantas PLT. La diferencia radica en que, a más de los materiales que se ocupan, aquí primera y segunda etapa están en una sola máquina.

Mientras un operador construye la primera etapa, junto a él, otro operador está construyendo la segunda etapa, y cuando se realiza la unión de las dos para formar la llanta verde, ambos operadores ya están construyendo una nueva llanta. En la manufactura de la primera etapa, el operador ocupa pestañas, laterales, innerliner, refuerzo de acero, pliego de acero y shoulder.

En los costados de un tambor, ajustado a las medidas de la llanta que se va a fabricar, se colocan las pestañas, para posteriormente poner en los extremos del mismo dos laterales, después en el centro se ubican los refuerzos de acero, en el medio el pliego de acero y dos tiras de shoulder. Finalmente el operador manda a trabajar el ciclo automático que "esticha" las capas de material para que se peguen uniformemente y no quede aire en el interior, se colocan las pestañas alrededor de los pliegos y la carcasa terminada se transporta hacia el centro de la máquina para unirse con la segunda etapa y formar la llanta verde.

Como se mencionó anteriormente, la segunda etapa se produce paralelamente con la primera etapa. Aquí se utilizan cuatro paquetes de breaker, dos tiras de breaker cushion y el rodamiento. En un tambor calibrado a las medidas de la llanta, se colocan tres capas de breaker de acero, dos tiras de breaker cushion, una capa más de breaker y rodamiento. Finalmente el operador manda a "estichar" los materiales, para después trasladar la segunda etapa hacia el centro de la máquina, en donde se une con la primera etapa y se forma la llanta verde. Después de la producción de la llanta verde, el transportista de la máquina realiza su almacenaje en carros, para posteriormente llevarla hacia el área de vulcanización.

Figura 19. Constructora SAV.



#### 2.2.4.3.6. Área de Vulcanización CVT

El proceso de vulcanización en el área de CVT es diferente al proceso de vulcanización del área de PLT, debido al tiempo que este implica, entre 55 y 65 minutos. Aparte del tiempo, la vulcanización ocurre de una manera similar.

La llanta es colocada en el interior de una prensa, en donde se eleva la temperatura hasta los 180°C; gracias a esto y a los componentes químicos incluidos en las mezclas primarias y finales, la llanta se vulcaniza, pasando del estado plástico al estado elástico. Las prensas están compuestas por moldes, los cuales les dan a las llantas la forma deseada.

Después que el producto ha pasado por las prensas de vulcanización, mediante bandas, es transportado hacia el área de Rayos X.

Figura 20. Vulcanización CVT



#### **2.2.4.3.7. Rayos X**

La empresa cuenta con una máquina de Rayos X, en donde un operador calificado, comprueba si el producto está en condiciones óptimas para la venta, si tiene algún defecto que puede ser reparado o si tiene que ser clasificado para desecho.

Figura 21. Rayos X.



#### **2.2.4.3.8. Almacenamiento en Bodega**

Cuando la llanta ha pasado por el área de Rayos X, y si cumple con los requerimientos que aquí se piden, mediante bandas, es transportada hacia la bodega interna de la empresa. En la bodega, la llanta es almacenada, hasta que se realice su ingreso. Una vez realizado el ingreso, es despachada en camiones que la trasladan hacia la bodega externa de la empresa, ubicada en el sector de Zhucay.

Con el traslado del producto terminado a la bodega de Zhucay termina el proceso productivo del área de CVT.

### **2.3. Modelos de llantas que oferta la empresa**

A la presente fecha la empresa produce, casi en su totalidad, llantas del tipo radial, llegando así a ser la producción de llantas tipo Bias, casi nula. Las medidas de llantas que se ofertan varían, desde aro 13 y 14, mejor conocidas como de pasajero, aro 15 y 16 ó de camioneta; y en la actualidad también llantas aro 22,5 ó de camión radial.

Los modelos también varían, existiendo una amplia variedad dentro de cada una de las medidas. En la actualidad la empresa tiene a su disposición un total de 253 modelos diferentes de llantas, los cuales son producidos de acuerdo a la demanda y a las capacidades de producción.

#### **2.3.1. Incremento en el modelo de llantas**

El mercado al cual están orientados los productos, es un mercado exigente y cambiante, el cuál demanda una mayor variación en los modelos, y por ende, una producción en lotes más pequeños. En promedio, cada año existe un incremento de 15 modelos de llantas, implicando así tener una producción más compleja, con menor tiempo para procesar órdenes. Esto obliga a la empresa a desempeñar una producción más flexible, con cambios de medidas y calibraciones más frecuentes.

### **2.4. Prensas de vulcanización**

Las prensas son mecanismos diseñados para resistir altas temperaturas, en donde se lleva a cabo el proceso de vulcanización de las llantas. Cada prensa está

compuesta por dos cavidades, en donde se ubican moldes, los cuales son equipos fabricados para dar la forma requerida a la llanta, al momento en que se realiza la vulcanización.

En la parte interna de cada molde, en donde se posiciona la llanta verde, se encuentra el bladder, dispositivo diseñado para conformar a la llanta de acuerdo al molde montado en la prensa, gracias al ingreso de vapor en su interior.

La empresa tiene en la actualidad dos tipos de prensas, las cuales, si bien trabajan de manera idéntica al momento de realizar la vulcanización, cuentan con una serie de mecanismos que las diferencian, y por ende los moldes que se posicionan en sus cavidades, varían también. A continuación se enumeran las diferencias que existen entre las presas N.R.M. y las presas B.O.M.

#### **2.4.1. Prensas *N.R.M.***

En las prensas N.R.M., el dispositivo conocido como bladder, se mantiene fijo durante el proceso de vulcanización, conformando a la llanta en una posición estática. Las prensas N.R.M. cuentan con un sistema de expulsión de llanta una vez que ya está vulcanizada, conformado por un cilindro que empuja a la llanta para que salga de la prensa, llamado cilindro de RAM.

#### **2.4.2. Prensas *B.O.M.***

En las prensas B.O.M., el dispositivo conocido como bladder es móvil, y de esta manera se va acoplado a la posición de la llanta al momento de la vulcanización.

El sistema de expulsión de llantas una vez que se ha realizado la vulcanización, está conformado por dos uñetas, que toman a la llanta y la retiraran de la prensa, trasladándola hacia las bandas transportadoras.

Debido a las diferencias existentes en las prensas, el cambio de moldes también varía, razón por la cual, el presente estudio de tesis se centra tanto en el cambio en prensas N.R.M. como en prensas B.O.M.

## **2.5. Programación actual del cambio de moldes**

El primer paso para realizar la programación del cambio de moldes, es la determinación de lo que se va a producir, lo cual ocurre después de un acuerdo entre el departamento de ventas y el departamento de programación, en donde se analiza la demanda del cliente y las capacidades de producción que tiene la planta. (Heizer y Render, 2010: 362)

Este acuerdo entre programación y ventas se realiza una vez por semana, para de esta manera, no variar lo ya establecido durante este plazo y así poder realizar la programación sin un mayor número de cambios. Al saber que se va a producir y en qué cantidad, se sabe también en que prensas se van a realizar los cambios de moldes y la fecha en que estos cambios van a tener lugar. En la actualidad, debido al tiempo que toma un cambio de moldes, el departamento de programación no realiza más de tres cambios por día, es decir, no más de un cambio por turno.

Con la información de la programación del cambio de moldes concluye el capítulo de información general de la empresa, en donde se ha podido estudiar la evolución de la empresa desde sus inicios, el proceso productivo para la fabricación de neumáticos, y en este, el área en donde el estudio de grado va a tener lugar.

En el estudio de las prensas de vulcanización se pudieron analizar los dispositivos en donde se va a llevar a cabo el presente trabajo de tesis.

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO TEÓRICO, LA METODOLOGÍA *S.M.E.D.***

En el presente capítulo se presenta el marco teórico necesario para la realización del presente estudio de grado, en donde, se procede a efectuar una introducción de la metodología *S.M.E.D.*, para posteriormente analizar sus inicios, beneficios y conceptos, que posteriormente se ocuparán en el desarrollo de la metodología.

#### **3.1. Introducción a la metodología *S.M.E.D.***

La metodología *S.M.E.D.* hace referencia al tiempo que toman los cambios presentes en cualquier tipo de máquina, para pasar de la fabricación de un producto, a la de otro diferente.

El nombre Single Minute Exchange of Die y la teoría de la metodología, indican que cualquier tipo de cambio de medida en cualquier tipo de máquina, no debería tomar más de nueve minutos; si bien el tiempo de cambio no siempre puede llegar a realizarse en un período de tiempo tan corto, la reducción en este si debe ser significativa.

El presente estudio desarrolla la metodología *S.M.E.D.* en el cambio de moldes de las prensas de vulcanización de neumáticos, y está destinado a que el trabajo no solo se realice en menor tiempo, sino también, de una manera más satisfactoria.

##### **3.1.1. Reseña histórica de la metodología *S.M.E.D.***

La metodología fue desarrollada en primera instancia por el Dr. Shigeo Shingo en el año de 1950, cuando él trabajaba para la Planta de Mazda Tokio Kogyo. Fue en esta planta en donde el Dr. Shingo pudo ver la oportunidad de reducir el tiempo en los cambios de matrices en las prensas. (Sekine y Arai, 1992: 55)

Debido al poder de observación del Dr. Shingo y a la dedicación que incluyó en la idea de reducir el tiempo de cambio en las matrices de las prensas, se dio inicio a la metodología *S.M.E.D.*, que desde un principio, uso a la lógica como su punto de

partida. Después de varios años de estudio, y en varias plantas de diferentes productos, el Dr. Shingo pudo analizar la importancia de la realización de set-ups y cambios más rápidos en las diferentes máquinas. (García, 2004: 63)

Con la realización de cambios más rápidos, para pasar de la fabricación de un producto a la de otro diferente, los lotes de producción pueden reducir su tamaño, teniendo así una producción más flexible, sin la necesidad de invertir altas cantidades de dinero en manutención de inventarios, y pudiendo así, responder de una manera más rápida a una demanda cambiante.

La lógica y el ingenio son los pilares fundamentales del S.M.E.D., mas el Dr. Shingo pudo determinar los principales pasos a tomar al momento de realizar set-ups y cambios de medidas, los cuales son:

- Identificación de actividades internas,
- Identificación de actividades externas,
- Transformación de actividades internas en actividades externas,
- Mejora en actividades internas y
- Mejora en actividades externas.

Con el correcto desarrollo de cada uno de estos pasos, el Dr. Shingo pudo alcanzar su objetivo de reducir considerablemente el tiempo en los diferentes set-ups y cambios de medidas. (Shingo,1985: 28)

### **3.1.2. Técnicas de la metodología S.M.E.D.**

A continuación se definen las técnicas de la metodología S.M.E.D. que se ocupan en el presente trabajo de tesis.

- Tiempo de Cambio: El tiempo de cambio inicia cuando se concluye la tarea de proceso actual y termina cuando la siguiente tarea de proceso produce un producto libre de defectos; por lo tanto, no se refiere únicamente al tiempo

empleado en realizar el cambio, sino al tiempo que transcurre desde que la máquina, en este caso la prensa, termina de producir un modelo de llantas, hasta que vuelve a producir un nuevo modelo con cero defectos. (García, 2004: 75)

- **Identificación de Actividades Externas:** Son aquellas actividades independientes de la máquina que pueden ser realizadas antes o después de realizado el cambio; como son la preparación de materiales, designación de actividades, limpieza de equipos, etc. Todas estas actividades pueden y deben ser realizadas mientras la máquina está en funcionamiento.
- **Identificación de Actividades Internas:** Son aquellas actividades que tiene que ser realizadas necesariamente cuando la máquina está parada. (García, 2004:81)
- **Principio *Eliminar, Combinar, Reorganizar, Simplificar (E.C.R.S.)*:** Mediante este principio, se analiza cada una de las actividades presentes en el cambio, clasificándolas en las siguientes categorías:
  - **Eliminar:** La actividad se elimina, si es que se llega a la conclusión que no agrega ningún tipo de valor al cambio que se está realizando. (Reinsch, 2013: 13)
  - **Combinar:** Se estudia la posibilidad de combinar una actividad con otra, pudiendo así ganar tiempo al realizar las actividades en paralelo.(Reinsch, 2013: 13)
  - **Reorganizar:** Se analiza si es que el cambio se puede realizar de manera más eficiente al desarrollar las actividades en una secuencia diferente. (Reinsch, 2013: 14)
  - **Simplificar:** Se considera si es que la actividad se puede simplificar, ya sea mediante el cambio del método de trabajo, implementación de nuevas herramientas, etc. (Reinsch, 2013: 15)

Después de clasificar las actividades, se escribe un comentario que explique el criterio de la decisión tomada.

- Mejora en Actividades Internas: Una vez que se han identificado las actividades internas del cambio, se procede a realizar una mejora de las mismas, tratando de simplificarlas al máximo, ya sea mediante la mejora del método, implementación de nuevos mecanismos o adición de personal. (Garcia, 2004: 89)
- Mejora en Actividades Externas: Una vez que se han identificado las actividades externas del cambio, se procede a realizar una mejora de las mismas, tratando de simplificarlas al máximo, ya sea mediante la mejora del método, implementación de nuevos mecanismos o adición de personal. (Garcia, 2004: 90)
- Método Estándar de Cambio: Al tener listas las actividades necesarias para el cambio, se procede a asignar las mismas a cada uno de las personas presentes en el cambio. Mediante el balance de cargas de trabajo, se documenta el método estándar de cambio. (Garcia, 2004: 93)

Después de la definición de las técnicas de la metodología, se procede a exponer los beneficios que se tienen, con la realización del estudio.

### **3.1.3. Beneficios de la metodología S.M.E.D.**

Con el correcto desarrollo de la metodología, se presentan una serie de beneficios empresariales, entre los cuales se destacan:

- Flexibilidad: Se puede responder a una demanda cambiante de una manera más rápida, sin la necesidad de crear altos inventarios. (Shingo, 1985: 47)
- Entregas más rápidas: Con la producción en lotes más pequeños, las esperas de los clientes se reducen también. (Shingo, 1985: 47)
- Mejor calidad de productos: Al reducir lotes de producción, la cantidad de inventarios se reducen, lo que reduce el riesgo de daños en bodega y obsolescencia. (Shingo, 1985: 48)

- Mayor cantidad de producción: Cambios más rápidos significa menor tiempo de máquinas paradas, lo que desencadena en un aumento en los indicadores de producción.(Shingo, 1985: 49)
- Los trabajadores que realizan el cambio de medida se ven beneficiados: La metodología permite realizar el trabajo de una manera más eficiente, ocupando menos recursos, realizando menos esfuerzos y ayudando con herramientas que facilitan el trabajo.

Con la ayuda del marco teórico, se tienen claros los conceptos de las técnicas de la metodología y el fin al que se quiere llegar con el uso de los mismos.

A continuación se procede a efectuar el desarrollo del estudio de grado, iniciando con el estudio de la situación actual.

## CAPÍTULO 4

### ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se inicia con el estudio de campo, para la realización del presente proyecto de grado. Primeramente se procede a describir el área de moldes, lugar en el cual nace el cambio que se dispone a estudiar. Posteriormente se realiza el levantamiento de información referente al cambio de moldes, para poder así, llevar a cabo un análisis de las actividades del mismo. (Hodson, 1996: 3.25)

#### 4.1. Descripción del área de moldes

Se conocen como moldes a aquellas piezas huecas que en su interior tienen la forma que se quiere que la llanta tome en el proceso de vulcanización. Por lo tanto, los moldes son parte de las prensas y se colocan en ellas, dependiendo del modelo de llanta que se esté produciendo.

El área de moldes se encuentra ubicada junto al área de vulcanización y es aquí en donde se da mantenimiento a los moldes que se están ocupando en la empresa.

En la distribución del área de moldes, se pueden diferenciar tres secciones que sirven para la realización de los diferentes trabajos, las cuales son:

- Área de almacenaje: En esta sección se encuentran varios estantes, en donde se guardan los moldes que ya fueron usados y también los que se van a usar. Tiene un área total de 69,22 m<sup>2</sup>.
- Área de armado/desarmado: Es aquí en donde se desarman y arman los diferentes moldes. Se desarman para que se realice la limpieza de los mismos, y se arman una vez que se ha concluido la limpieza. Tiene un área total de 51,54 m<sup>2</sup>.
- Área de lavado: La empresa posee una máquina para lavado con CO<sub>2</sub> y una máquina para lavado con arena, las cuales sirven para la limpieza de las

diferentes partes que constituyen los moldes. La máquina de arena y el cuarto para lavado con la máquina de CO<sub>2</sub> tiene un área total de 47,45 m<sup>2</sup>.

La empresa tiene dos tipos de prensas que trabajan con mecanismos diferentes, razón por la cual, los moldes que trabajan en estas prensas, difieren en sus características. Los tipos de prensas son:

- Prensas *B.O.M.*,
- Prensas *N.R.M.*

A continuación se enumeran las partes de los moldes para las prensas *N.R.M.*:

- Plato Inferior,
- Anillo Inferior,
- Contenedor,
- Nueve Porta-Segmentos de Rodamiento,
- Nueve Segmentos de Rodamiento,
- Plato Superior,
- Araña o Adaptador con Prensa.

A continuación se enumeran las partes de los moldes para las prensas *B.O.M.*:

- Plato Inferior,
- Contenedor,
- Nueve Porta-Segmentos de Rodamiento,
- Nueve Segmentos de Rodamiento,
- Plato Superior,
- Adaptador para Bomba.

Como se puede verificar, las diferencias entre los moldes son mínimas, siendo la única diferencia, el mecanismo de adaptación con la prensa en la parte superior de los moldes; para las primeras se ocupa una pieza conocida como araña, y para los segundos se utiliza un adaptador de bomba.

Las medidas de los moldes también varían, dependiendo de las medidas de las llantas que se dispongan a vulcanizar, en donde varían la altura y el diámetro, así tenemos:

- Moldes S: Ocupados para la vulcanización de llantas aro 13 y 14;
- Moldes U: Ocupados para la vulcanización de llantas aro 15 y 16;
- Moldes G40: Ocupados para la vulcanización de llantas aro 15 y 16;
- Moldes G43: Ocupados para la vulcanización de llantas aro 15 y 16.

La empresa, en la actualidad, cuenta con moldes para presas N.R.M. únicamente del tipo S, mas para las prensas B.O.M., cuenta con moldes tipo U, G40 y G43.

#### **4.2. Estudio del método actual de cambio de moldes en prensas de vulcanización**

Para el estudio del método actual de cambio de moldes en las prensas de vulcanización, primeramente se analiza el equipo que realiza los cambios de moldes, para posteriormente, proceder con el levantamiento de información mediante videos.

##### **4.2.1. Equipo de trabajo**

El área de moldes cuenta con un equipo de trabajo constituido por doce trabajadores especializados, quienes desempeñan sus funciones de la siguiente manera:

- Preparadores de moldes: El equipo de trabajo está compuesto por cuatro trabajadores, su horario de trabajo es de 8am a 5pm, de lunes a viernes; son los encargados de tener todo el equipo listo para que el cambio de moldes se realice, es decir, son los encargados de desarmar los moldes, lavar todas sus partes, volver a armarlos y acomodarlos en el área de almacenamiento.

También son los encargados de limpiar moldes en prensas, cuando el supervisor de turno lo solicita.

Cada uno de ellos está capacitado en todas las actividades mencionadas, es por ello que rotan sus funciones cada cierto período de tiempo.

- Cambiadores de moldes: El grupo de trabajo está compuesto por ocho trabajadores, quienes se dividen en cuatro equipos, conformados por dos personas cada uno.

Cada uno de los equipos de cambiadores de moldes rota con los demás equipos de la empresa en la modalidad tres turnos-cuatro equipos, trabajando ya sea de 6am a 2pm, de 2pm a 10pm o de 10pm a 6am.

Su función es, una vez listos los moldes gracias al equipo de preparación de moldes, llevarlos a las prensas y realizar el cambio. Debido al método y las circunstancias actuales, este cambio se programa para los 450 minutos del turno.

#### **4.2.2. Levantamiento y documentación de información del método actual de cambio**

Para iniciar con el levantamiento de la información necesaria para la realización del trabajo, se llevó a cabo una charla con los trabajadores, a quienes se les indico el objetivo y las técnicas a emplear. (Coronel, 2010: 11)

Una vez que el equipo de trabajo se enteró de todos los pormenores del estudio, se procedieron a realizar dos videos; el primero incluye un cambio completo de moldes en las prensas N.R.M., y el segundo, un cambio completo de moldes en las prensas B.O.M.

El siguiente paso consistió en dividir el trabajo que se filmó en elementos, para después registrar la duración de cada uno de ellos.

Todos los elementos del cambio están dentro de tres grandes actividades:

- Desmontaje de molde,
- Montaje de molde,
- Calibración Final.

A más de estas tres grades actividades, existe un tiempo extra en el cambio de sesenta minutos, en el cual el molde, una vez montado en la prensa, tiene que pasar por un proceso de calentamiento.

También se consideró un tiempo más de veinte minutos para la realización del cambio de *bladders*, el cual es manejado por un equipo diferente, razón por la cual, y debido a la poca duración de esta actividad, no es considerado en el presente estudio.

En los cuadros presentados a continuación se detalla cada uno de los cambios filmados, con sus respectivos tiempos de duración.

Actividades y tiempos del cambio de moldes en prensas N.R.M.:

Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.:

Tabla 2. Situación actual. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. (1/2)

Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.			
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo	
		Actividades	
		min	s
1	Conectar manguera a toma de aire, retirar porta llantas		52
2	Escoger y tomar herramientas para retirar nariz de RAM	1	5
3	Retirar nariz de RAM de ambos moldes	1	42
4	Abrir prensa, tomar pistola		52
5	Retirar siete pernos de plato inferior ( <i>side-wall</i> inferior)	1	10
6	Retirar tubería de vapor y agua	2	24
7	Cerrar prensa		52
8	Aflojar pernos de parte delantera de campanas y volver a apretar los mismos	1	15
9	Abrir Prensa		15
10	Retirar un perno que se olvidó de retirar de <i>side-wall</i> inferior		13
11	Volver a cerrar prensa		31
12	Aflojar pernos de parte delantera de campanas (4 pernos). Desacoplar campana de contenedor		50
13	Pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera de prensas		22
14	Aflojar pernos de parte trasera de campanas (4pernos). Desacoplar campana con contenedor	1	21
15	Regresar a parte delantera de prensas, guardar pistola y manguera en carro		25
16	Abrir prensa(solo suben campanas)		17

Continuación Tabla 2. Situación actual. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

17	Tomar herramientas y linterna		37
18	Aflojar pernos que sujetan pistón al molde de dos cavidades. Con dado		48
19	Retirar seguro de pistón con llave de cadena de ambas prensas	1	3
20	Coordinar con compañero que acude hasta área de moldes	1	28
21	Buscar herramientas y pernos para colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1	18
22	Verificar que los pernos sean los correctos, buscar nuevamente pernos en carro	1	4
23	Lubricar cuatro pernos y colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior en D16	1	54
24	Ir a taller a traer palanca	2	12
25	Centrar con palanca contenedor sobre plato inferior correctamente para colocar perno de transporte		47
26	Colocar y apretar pernos en unión de contenedor con plato inferior en cavidad D15	1	14
27	Acomodar manguera y pistola en carro, retirar carro de llanta verde para que entre montacargas	1	35
28	Lubricar y colocar ganchos en molde de prensa D15		52
29	Tomar molde en D15 y bajar con montacargas	1	7
30	Llevar molde D15 a taller, retirar ganchos y ubicar en rack	2	19
31	Regresa a prensa	1	45
32	Colocar ganchos en D16, tomar con el montacargas y bajar de prensa	1	31
33	Llevar molde D16 a taller	2	7
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>38,12</b>

El tiempo total actual de desmontaje de moldes en prensas N.R.M. es de 38,12 min.

Montaje de moldes en prensas N.R.M.:

Tabla 3. Situación actual. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (1/2)

<b>Montaje de moldes en prensas N.R.M.</b>			
<b>No. Act.</b>	<b>Descripción de actividades</b>	<b>Tiempo</b>	
		<b>Actividades</b>	
		<b>min</b>	<b>s</b>
1	Retirar ganchos para movilizar moldes en área de moldes		46
2	Colocar ganchos en nuevo molde en área de moldes	5	20
3	Colocar molde en uñetas de montacargas, en área de moldes	4	57
4	Colocar molde en estante de almacenamiento de área de moldes	2	13
5	Colocar ganchos en molde para transportar	1	11
6	Ir a taller a traer machuelo	5	1
7	Colocar machuelos en entrada de pernos 4 agujeros	3	35
8	Bajar molde al piso	1	1
9	Limpiar molde		52
10	Coordina con compañero, trae martillo		4
11	Limpiar molde	4	32
12	Operador coloca conectores en moldes	1	23
13	Entra a taller y busca lijas	1	6
14	Llevar molde a D15	1	9
15	Lijar bases de prensas y limpiar con aire	3	11
16	Guardar manguera de aire en carro		22
17	Levantar molde a colocar en D15 y limpiar base de molde		35
18	Cuadrar montacargas		17
19	Ubicar molde en D15	1	24
20	Retirar barra y ganchos de molde	1	10
21	Limpiar tapa superior de molde con pistola de aire		35
22	Traer molde de área de moldes	6	32
23	Acercarse a cavidad y colocar molde en D16	3	56
24	Retirar ganchos y barra de molde en D16		46
25	Bajar campana		21
26	Centrar molde correctamente con barra en cavidad D15 y D16	2	6
27	Tomar llave de cadena, activar seguro contratuerca en ambas cavidades	3	48
28	Buscar "seguros" para colocar en pistón		18
29	Colocar "seguros" (dado) en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	4	25
30	Cerrar completamente campana y verificar que pernos de campana calcen correctamente en tapa superior de molde	1	51
31	Subir campanas y colocar lubricante en pernos de campana. Compañero retira 4 pernos que unen contenedor con plato inferior. Cerrar campana	4	13
32	Verificar altura de campana	1	22
33	Retirar seguros		34
34	Ir a taller para traer racha	2	55

Continuación Tabla 3. Situación actual. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

35	Disminuye altura de campana con racha en D30	11	34
36	Conectar manguera a aire a presión		47
37	Llamar a compañero para que disminuya altura de campana	2	51
38	Disminuye altura de campana con racha en D29	8	42
39	Conversa con compañero		39
40	Disminuye altura de campana con racha en D29	6	44
41	Verificar que pernos de campanas encajen en molde, subir campanas		54
42	Limpiar tapa superior de molde		41
43	Tomar llave hexagonal, Abrir pernos laterales de contenedor (2 moldes)	3	41
44	Bajar campana ajustar manualmente pernos campana	1	8
45	Tomar manguera conectar neumático apretar 4 pernos posteriores campana	6	2
46	Tomar manguera conectar neumático apretar 4 pernos frontales campana	1	39
47	Dejar Taladro neumático. Abrir 3/4 de prensa		17
48	Tomar nariz del RAM ensamblar al RAM D29 - D30	2	39
49	Levantar RAM, verificar RAM y segmentos en cada cavidad		28
50	Abrir toda la prensa, tomar grasero aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor D30	4	2
51	Tomar grasero, aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor D29	3	18
52	Tomar pernos, depósito de grasa, retirar de las cavidades		48
53	Ir hasta parte posterior abrir llaves de entrada de vapor	1	4
54	Tomar neumático retirar taladro, tomar manguera de aire, limpiar plato inferior	1	10
55	Retirar manguera de la toma, tomar neumático colocar en carro de herramientas		40
56	Verificar especificación de cura, inspeccionar entradas de vapor, cargar cura en el PLC. Calibrar de entradas de agua y vapor.	4	54
57	Colocar serial en ambas cavidades	2	1
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>140,57</b>

El tiempo total actual de montaje de moldes en prensas N.R.M. es de 140,57 min.

Calibración en prensas N.R.M.:

Tabla 4. Situación actual. Calibración de moldes en prensas N.R.M.

Calibración de moldes en prensas <i>N.R.M.</i>			
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo	
		Actividades	
		min	s
1	Abrir prensa		18
2	Verificar pistón (nariz del <i>RAM</i> )		10
3	Cerrar prensa		26
4	Verificar presión campana. No sirve el manómetro	2	10
5	Traer manómetro presión nuevo. (Personal de metrología realiza instalación)	10	7
6	Instalar manómetro nuevo	4	9
7	Abrir prensa, regular altura		21
8	Abrir prensa, verificar moldes. (Son diferentes moldes)	1	4
9	Cerrar prensa		16
10	Verificar presión manómetro		19
11	Tomar palanca, acoplar dado		14
12	Ajustar altura de la campana 2 cavidades	2	2
13	Tomar especificación, montar llanta en el cargador		38
14	Bajar cargador, tomar llanta verde		24
15	Verificar las garras del cargador		21
16	Ajustar garras del cargador 2 cavidades	3	22
17	Abrir prensa		28
18	Bajar cargadores, ajustar altura	1	49
19	Subir cargadores		14
20	Calibrar tiempos de ciclos de cura. Verificar <i>bladder</i>	4	27
21	Cerrar prensa		25
22	Abrir prensa verificar posición de <i>bladder</i>	1	37
23	Cerrar prensa		25
24	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30
25	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51
26	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24
27	Tiempo de cura	23	0
28	Abrir prensa		25
29	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>63,32</b>	

El tiempo total actual de calibración de moldes en prensas N.R.M. es de 63,32 min.

En el siguiente cuadro se detalla el tiempo total de cambio de moldes en prensas N.R.M.

Tabla 5. Situación actual. Tiempo total de cambio de moldes en prensas N.R.M.

<b>Resumen del cambio de moldes en prensas N.R.M.</b>	
	Tiempo (min)
Desmontaje de <i>bladder</i>	10
Desmontaje de molde	38,12
Montaje de molde	140,57
Montaje de <i>bladder</i>	10
Calentamiento de moldes	60
Calibración	63,32
<b>Total (minutos)</b>	<b>322,00</b>
<b>Total (horas)</b>	<b>5,37</b>

El tiempo total actual en horas requerido para la realización del cambio de moldes en las prensas de vulcanización N.R.M. es de 5,37 horas.

Actividades y tiempos del cambio de moldes en prensas B.O.M.:

Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.:

Tabla 6. Situación actual. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.

<b>Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.</b>			
<b>No. Act.</b>	<b>Descripción de actividades</b>	<b>Tiempo</b>	
		<b>Actividades</b>	
		<b>min</b>	<b>s</b>
1	Dirigirse a prensa	1	7
2	Retirar seguro y apartar porta llantas	1	32
3	Conectar manguera a aire preparar pistola. Compañero cierra llaves de vapor y agua.		53
4	Aflojar pernos ubicados en pistón de campana (8 pernos)	1	18
5	Retirar pernos que unen plato inferior con prensa (8 pernos)	1	38
6	Expulsar pistón de campana, cerrar prensa (no completamente)		51
7	Alistar material, dirigirse a parte trasera de prensa		34
8	Retirar manguera de agua caliente y tubería	4	44
9	Terminar de cerrar prensa		24
10	Recibir manguera y tubería desarmada y pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera		41
11	Retirar pernos de campana en parte trasera (4pernos, 2 por campana)		52
12	Retirar pernos de campana en parte delantera (4pernos)		32
13	Abrir prensa (ya con campana desacoplada de molde)		39
14	Preparar material para ensamblar contenedor con plato inferior		40
15	Lubricar, colocar y apretar tres pernos para acoplar contenedor con <i>side-wall</i> inferior	2	36
16	Esperar a que compañero traiga montacargas y ganchos	4	1
17	Colocar ganchos y barra en molde	1	7
18	Tomar molde con montacargas y bajar de prensa. F23	1	40
19	Llevar primer molde hasta área de moldes.	2	23
20	Regresar de área de moldes	1	7
21	Colocar ganchos y barra en molde	1	7
22	Tomar molde con montacargas y bajar de prensa. F24	1	40
23	Llevar segundo molde hasta área de moldes	2	23
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>34,48</b>	

El tiempo total actual de desmontaje de moldes en prensas B.O.M. es de 34,48 min.

Montaje de molde en prensas B.O.M.:

Tabla 7. Situación actual. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (1/2)

Montaje de moldes en prensas B.O.M.			
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo	
		Actividades	
		min	s
1	Llevar molde con montacargas hasta prensa F23-24	3	51
2	Parar en taller para buscar herramientas	5	18
3	Limpiar base de prensa con lija	1	56
4	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para F23	1	23
5	Colocar molde en prensa F23 y acomodar correctamente	3	12
6	Retirar ganchos de molde en F23		29
7	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en F23.		40
8	Terminar de cuadrar molde correctamente en F23		59
9	Inspeccionar nuevamente que molde este correctamente cuadrado F23	1	17
10	Limpiar pistón de prensa F24 (mientras compañero trae molde)	2	28
11	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para colocar en prensa F24		48
12	Colocar molde en prensa F24 y acomodar correctamente	2	14
13	Retirar ganchos de molde en F24		32
14	Conversa con compañero		50
15	Asistir a prensa en zanja B	16	34
16	Preparar machuelos, limpiar	18	24
17	Acomodar correctamente molde en prensa F24		29
18	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en F24		35
19	Limpiar pistón de prensa F23, mientras compañero trae machuelos para limpiar tapa superior de contenedor	2	52
20	Limpiar tapa superior de contenedor con machuelos mientras compañero continua limpiando pistón de prensa	7	31
21	Terminar de limpiar tapa superior de contenedor con machuelos	3	7
22	Limpiar campanas con lija y aire a presión	2	59
23	Bajar de prensa y cerrar campanas		54
24	Disminuir altura de campana con racha en F24	9	25
25	Dirigirse a tomar agua	6	8
26	Disminuir altura de campana con racha en F23	11	19
27	Verificar pernos en campana	2	52
28	Ir a traer 8 pernos de taller para sujetar campana a contenedor	7	20
29	Lubricar y colocar pernos en campana para sujetar a contenedor	5	51
30	Traer palanca para centrar molde correctamente	1	38
31	Centrar molde correctamente en prensa F24	3	10
32	Apretar pernos para sujetar contenedor manualmente	1	12
33	Conectar pistola a fuente de aire.		27
34	Pasar pistola de aire a compañero que se encuentra en parte trasera		14

Continuación Tabla 7. Situación actual. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (2/2)

35	Terminar de inspeccionar, con pernos en campana, que molde este correctamente centrado	1	51
36	Inspeccionar, con flexo metro, que moldes estén centrados correctamente	1	27
37	Retirar codo de cada molde , ya que chocan con protección	1	32
38	Ir a taller a traer codo para tubería	5	16
39	Retirar pernos laterales de molde	1	24
40	Colocar barras guías en pistones		19
41	Retirar material de prensa (grasa, llaves)		27
42	Calibrar guías con adaptador de pistón de bomba hidráulica (cerrar prensa)	2	18
43	Ajustar pernos con pistola, para acople de campana molde	5	28
44	Envolver tuberías con teflón mientras espera a compañero que traiga dos pernos faltantes	2	4
45	Ajustar dos pernos faltantes en acople de campana con molde	1	14
46	Inspeccionar si acople de campana con molde está correcto	1	1
47	Abrir prensa parcialmente, calibrar micro en F24, cambiar perno roto	5	6
48	Abrir prensa		38
49	Lubricar y colocar pernos en pistón de anillo (Retirar barras guías en pistón de campana). 8 pernos, cuatro barras.	6	50
50	Guardar material en carro		48
51	Almuerzo	69	28
52	Preparar material en taller y llevar hasta prensa para continuar con cambio	5	55
53	Colocar tuberías en moldes F23-F24	3	39
54	Lubricar y colocar 8 pernos para acoplar base de contenedor con prensa. Op. Interna: Cambiar serial F23	8	15
55	Cambiar serial de prensa F24		53
56	Calibrar Cura	2	48
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>257,65</b>

El tiempo total actual de montaje de moldes en prensas B.O.M. es de 257,65 min.

Calibración en prensas B.O.M.:

Tabla 8. Situación actual. Calibración de moldes en prensas B.O.M.

Calibración de moldes en prensas <i>B.O.M.</i>			
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo	
		Actividades	
		Min	Seg
1	Abrir prensa		18
2	Verificar pistón		12
3	Cerrar prensa		20
4	Verificar presión campana	2	7
5	Abrir prensa, parcialmente		16
6	Tomar especificación, montar llanta en porta llanta		28
7	Verificar garras de cargador		36
8	Calibrar garras de cargadores de dos cavidades	3	2
9	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>		38
10	Ajustar altura de cargador, compañero sube y baja cargador	1	43
11	Calibrar tiempos de ciclo de cura, compañero realiza gimnasia de <i>bladder</i>	4	32
12	Cerrar prensa		17
13	Abrir prensa, verificar posición <i>bladders</i>	1	37
14	Cerrar prensa		25
15	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30
16	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51
17	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24
18	Tiempo de cura	23	0
19	Abrir prensa		25
20	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>44,07</b>	

El tiempo total actual de calibración de moldes en prensas B.O.M. es de 44,07 min.

A continuación se presenta un cuadro con los tiempos totales actuales del cambio de moldes en las presas de vulcanización B.O.M.

Tabla 9. Situación actual. Tiempo total de cambio de moldes en presas B.O.M.

Resumen del cambio de moldes en presas <i>B.O.M.</i>	
	Tiempo (min)
Desmontaje de <i>bladder</i>	10
Desmontaje de molde	34,48
Montaje de molde	257,65
Montaje de <i>bladder</i>	10
Calentamiento de moldes	60
Calibración	44,07
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>416,20</b>
<b>Tiempo total (horas)</b>	<b>6,94</b>

El tiempo total actual de cambio de moldes en presas B.O.M. es de 6,94 horas.

Después de realizar la documentación de los dos cambios completos de moldes, se tiene una idea clara de las diferentes actividades que los cambios implican, pudiendo así iniciar el análisis de las mismas, con el fin de buscar una mejora.

#### 4.2.2.1. Diagrama de flujo del cambio de moldes en las presas de vulcanización *N.R.M.*

A continuación se presentan la información de las actividades anteriormente registrada, en un formato de diagrama de flujo, el cual nos permite identificar la cantidad de tiempo invertido en operación, transporte, demora, inspección y almacenaje de los cambios de moldes en las presas de vulcanización. Con la utilización de este formato, podemos identificar las oportunidades de mejora, ya que el tiempo invertido en operación, tiene que ser el mayor posible.

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia al desmontaje de moldes de las presas *N.R.M.*

Tabla 10. Diagrama de flujo. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.

Diagrama de flujo en prensas N.R.M.								
Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Conectar manguera a toma de aire, retirar porta llantas		52			1		
2	Escoger y tomar herramientas para retirar nariz de RAM	1	5			1		
3	Retirar nariz de RAM de ambos moldes	1	42	1				
4	Abrir prensa, tomar pistola		52	1				
5	Retirar siete pernos de plato inferior ( <i>side-wall</i> inferior)	1	10	1				
6	Retirar tubería de vapor y agua	2	24	1				
7	Cerrar prensa		52	1				
8	Aflojar pernos de parte delantera de campanas y volver a apretar los mismos	1	15			1		
9	Abrir Prensa		15			1		
10	Retirar un perno que se olvidó de retirar de <i>side-wall</i> inferior		13			1		
11	Volver a cerrar prensa		31			1		
12	Aflojar pernos de parte delantera de campanas (4 pernos). Desacoplar campana con contenedor		50	1				
13	Pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera de prensas		22			1		
14	Aflojar pernos de parte trasera de campanas (4pernos). Desacoplar campana con contenedor	1	21	1				
15	Regresar a parte delantera de prensas, guardar pistola y manguera en carro		25					1
16	Abrir prensa(solo suben campanas)		17	1				
17	Tomar herramientas y linterna		37	1				
18	Aflojar pernos que sujetan pistón al molde de dos cavidades. Con dado		48	1				
19	Retirar seguro de pistón con llave de cadena de ambas prensas	1	3	1				
20	Coordinar con compañero que acude hasta área de moldes	1	28			1		
21	Buscar herramientas y pernos para colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1	18			1		
22	Verificar que los pernos sean los correctos, buscar nuevamente pernos en carro	1	4			1		
23	Lubricar cuatro pernos y colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior en prensa	1	54	1				
24	Ir a taller a traer palanca	2	12			1		
25	Centrar con palanca contenedor sobre plato inferior correctamente para colocar perno de transporte		47	1				
26	Colocar y apretar pernos en unión de contenedor con plato inferior en cavidad D15	1	14	1				
27	Acomodar manguera y pistola en carro, retirar carro de llanta verde para que entre montacargas	1	35			1		
28	Lubricar y colocar ganchos en molde de prensa D15		52	1				
29	Tomar molde en D15 y bajar con montacargas	1	7	1				
30	Llevar molde D15 a taller, retirar ganchos y ubicar en rack	2	19		1			
31	Regresa a prensa	1	45		1			
32	Colocar ganchos en D16, tomar con el montacargas y bajar de prensa	1	31	1				
33	Llevar molde D16 a taller	2	7		1			
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>38,12</b>		<b>19,35</b>	<b>6,18</b>	<b>12,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,42</b>
				<b>51%</b>	<b>16%</b>	<b>32%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia al montaje de moldes de las prensas *N.R.M.*

Tabla 11. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas *N.R.M.* (1/2)

Diagrama de flujo en prensas <i>N.R.M.</i>								
Montaje de moldes en prensas <i>N.R.M.</i>								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Retirar ganchos para movilizar moldes en área de moldes		46			1		
2	Colocar ganchos en nuevo molde en área de moldes	5	20			1		
3	Colocar molde en uñetas de montacargas, en área de moldes	4	57			1		
4	Colocar molde en rack en área de moldes	2	13			1		
5	Colocar ganchos en molde para llevar	1	11			1		
6	Ir a taller a traer machuelo	5	1			1		
7	Colocar machuelos en entrada de pernos 4 agujeros	3	35			1		
8	Bajar molde al piso	1	1			1		
9	Limpiar molde		52			1		
10	Coordina con compañero, trae martillo		4			1		
11	Limpiar molde	4	32			1		
12	Operador coloca conectores en moldes	1	23			1		
13	Entra a taller y busca lijas	1	6			1		
14	Llevar molde a D15	1	9		1			
15	Lijar bases de prensas y limpiar con aire	3	11	1				
16	Guardar manguera de aire en carro		22			1		
17	Levantar molde a colocar en D15 y limpiar base de molde		35	1				
18	Cuadrar montacargas		17				1	
19	Ubicar molde en D15	1	24	1				
20	Retirar barra y ganchos de molde	1	10	1				
21	Limpiar tapa superior de molde con pistola de aire		35	1				
22	Traer molde de área de moldes	6	32		1			
23	Acercarse a cavidad y colocar molde en D16	3	56	1				
24	Retirar ganchos y barra de molde en D16		46	1				
25	Bajar campana		21	1				
26	Centrar molde correctamente con barra en cavidad D15 y D16	2	6				1	
27	Tomar llave de cadena, activar seguro contratuerca en ambas cavidades	3	48	1				
28	Buscar "seguros" para colocar en pistón		18			1		
29	Colocar "seguros" (dado) en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	4	25	1				

Continuación Tabla 11. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

30	Cerrar completamente campana y verificar que pernos de campana calcen correctamente en tapa superior de molde	1	51	1					
31	Subir campanas y colocar lubricante en pernos de campana. Compañero retira 4 pernos que unen contenedor con plato inferior. Cerrar campana	4	13	1					
32	Verificar altura de campana	1	22				1		
33	Retirar seguros		34	1					
34	Ir a taller para traer racha	2	55			1			
35	Disminuye altura de campana con racha en D30	11	34	1					
36	Conectar manguera a aire a presión		47			1			
37	Llamar a compañero para que disminuya altura de campana	2	51			1			
38	Disminuye altura de campana con racha en D29	8	42	1					
39	Conversa con compañero		39			1			
40	Disminuye altura de campana con racha en D29	6	44	1					
41	Verificar que pernos de campanas encajen en molde, subir campanas		54				1		
42	Limpiar tapa superior de molde		41	1					
43	Tomar llave hexagonal, Abrir pernos laterales de contenedor (2 moldes)	3	41	1					
44	Bajar campana ajustar manualmente pernos campana	1	8				1		
45	Tomar manguera conectar neumático apretar 4 pernos posteriores campana	6	2			1			
46	Tomar manguera conectar neumático apretar 4 pernos frontales campana	1	39	1					
47	Dejar Taladro neumático. Abrir 3/4 de prensa		17	1					
48	Tomar nariz del RAM ensamblar al RAM D29 - D30	2	39	1					
49	Levantar RAM, verificar RAM y segmentos en cada cavidad		28				1		
50	Abrir toda la prensa, tomar grasero aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor D30	4	2	1					
51	Tomar grasero, aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor D29	3	18	1					
52	Tomar pernos, depósito de grasa, retirar de las cavidades		48			1			
53	Ir hasta parte posterior abrir llaves de entrada de vapor	1	4	1					
54	Tomar neumático retirar taladro, tomar manguera de aire, limpiar plato inferior	1	10			1			
55	Retirar manguera de la toma, tomar neumático colocar en carro de herramientas		40			1			
56	Verificar especificación de la cura, Inspeccionar entradas de vapor, cargar cura en el PLC. Calibrar de entradas de agua y vapor.	4	54	1					
57	Colocar serial en ambas cavidades	2	1	1					
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>140,57</b>		<b>78,08</b>	<b>7,68</b>	<b>48,55</b>	<b>6,25</b>	<b>0,00</b>
					<b>56%</b>	<b>5%</b>	<b>35%</b>	<b>4%</b>	<b>0%</b>

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia a la calibración de moldes de las prensas N.R.M.

Tabla 12. Diagrama de flujo. Calibración de moldes en prensas N.R.M.

Diagrama de flujo en prensas N.R.M.								
Calibración de moldes en prensas N.R.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Abrir prensa		18	1				
2	Verificar pistón (nariz del RAM)		10				1	
3	Cerrar prensa		26			1		
4	Verificar presión campana. Manómetro en mal funcionamiento	2	10				1	
5	Traer manómetro nuevo. (Instalar, ya que personal metrología no se encuentra)	10	7			1		
6	Instalar manómetro nuevo	4	9			1		
7	Abrir prensa, regular altura		21	1				
8	Abrir prensa, verificar moldes. (Son diferentes moldes)	1	4				1	
9	Cerrar prensa		16	1				
10	Verificar presión manómetro		19				1	
11	Tomar palanca, acoplar dado		14	1				
12	Ajustar altura de la campana 2 cavidades	2	2	1				
13	Tomar especificación, montar llanta en el cargador		38	1				
14	Bajar cargador, tomar llanta verde		24	1				
15	Verificar las garras del cargador		21	1				
16	Ajustar garras del cargador 2 cavidades	3	22	1				
17	Abrir prensa		28	1				
18	Bajar cargadores, ajustar altura	1	49	1				
19	Subir cargadores		14	1				
20	Calibrar tiempos de ciclos de cura. Verificar bladder	4	27	1				
21	Cerrar prensa		25	1				
22	Abrir prensa verificar posición de bladder	1	37				1	
23	Cerrar prensa		25	1				
24	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30	1				
25	Verificar ubicación de llantas en bladder, inflar bladder		51				1	
26	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24	1				
27	Tiempo de cura	23	0	1				
28	Abrir prensa		25	1				
29	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23				1	
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>63,32</b>		<b>40,05</b>	<b>0,00</b>	<b>14,70</b>	<b>8,57</b>	<b>0,00</b>
				<b>63%</b>	<b>0%</b>	<b>23%</b>	<b>14%</b>	<b>0%</b>

A continuación se presenta un cuadro de resumen con los tiempos totales de operación, transporte, demora, inspección y almacenaje del cambio de moldes en las prensas de vulcanización N.R.M.

Tabla 13. Diagrama de flujo. Resumen de tiempos en el cambio de moldes en prensas N.R.M.

<b>Resumen diagrama de flujo en prensas N.R.M.</b>		
	<b>Tiempo</b>	<b>Porcentaje</b>
Operación	137,48	57%
Transporte	13,87	6%
Demora	75,42	31%
Inspección	14,82	6%
Almacenaje	0,42	0%
<b>Tiempo Total (minutos)</b>	<b>242,00</b>	<b>100%</b>

Con la ayuda del diagrama de flujo, se puede evidenciar que la cantidad de tiempo de demora en el cambio, es alta. Con esta información se sabe que el tiempo de cambio se puede reducir considerablemente, trabajando en la disminución de las demoras al máximo con la utilización de las técnicas que presenta la metodología S.M.E.D.

#### 4.2.2.2. Diagrama de flujo del cambio de moldes en las prensas de vulcanización B.O.M.

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia al desmontaje de moldes de las prensas B.O.M.

Tabla 14. Diagrama de flujo. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.

Diagrama de flujo en prensas B.O.M.								
Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Dirigirse a prensa	1	7			1		
2	Retirar seguro y apartar porta llantas	1	32			1		
3	Conectar manguera a aire preparar pistola. Compañero cierra llaves de vapor y agua.		53			1		
4	Aflojar pernos ubicados en pistón de campana (8 pernos)	1	18	1				
5	Retirar pernos que unen plato inferior con prensa (8 pernos)	1	38	1				
6	Expulsar pistón de campana, cerrar prensa (no completamente)		51	1				
7	Alistar material, dirigirse a parte trasera de prensa		34			1		
8	Retirar manguera de agua caliente y tubería	4	44	1				
9	Terminar de cerrar prensa		24	1				
10	Recibir manguera y tubería desarmada y pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera		41			1		
11	Retirar pernos de campana en parte trasera (4pernos) 2 pernos por campana		52	1				
12	Retirar pernos de campana en parte delantera (4pernos)		32	1				
13	Abrir prensa (ya con campana desacoplada de molde)		39	1				
14	Preparar material para ensamblar contenedor con plato inferior		40			1		
15	Lubricar, colocar y apretar tres pernos para acoplar contenedor con <i>side-wall</i> inferior	2	36	1				
16	Esperar a que compañero traiga montacargas y ganchos	4	1			1		
17	Colocar ganchos y barra en molde	1	7	1				
18	Tomar molde con montacargas y bajar de prensa. F23	1	40	1				
19	Llevar molde hasta área de moldes. F23	2	23		1			
20	Regresar de área de moldes	1	7		1			
21	Colocar ganchos y barra en molde	1	7	1				
22	Tomar molde con montacargas y bajar de prensa. F24	1	40	1				
23	Llevar molde hasta área de moldes. F24	2	23		1			
	<b>Tiempo total (min)</b>		<b>34,48</b>	<b>19,13</b>	<b>5,88</b>	<b>9,47</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
				<b>55%</b>	<b>17%</b>	<b>27%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia al montaje de moldes de las prensas B.O.M.

Tabla 15. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (1/2)

Diagrama de flujo en prensas B.O.M.								
Montaje de moldes en prensas B.O.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Llevar molde con montacargas hasta prensa F23-24	3	51		1			
2	Para en taller a buscar herramientas	5	18			1		
3	Limpiar base de prensa con lija (en donde se va a colocar molde)	1	56	1				
4	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para F23	1	23	1				
5	Colocar molde en prensa F23 y acomodar correctamente	3	12	1				
6	Retirar ganchos de molde en F23		29	1				
7	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado F23.		40				1	
8	Terminar de cuadrar bien molde en F23		59	1				
9	Inspeccionar nuevamente que molde este correctamente cuadrado F23	1	17				1	
10	Limpiar pistón de prensa F24 (mientras compañero trae molde)	2	28	1				
11	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para F24		48	1				
12	Colocar molde en prensa F24 y acomodar correctamente	2	14	1				
13	Retirar ganchos de molde en F24		32	1				
14	Conversa con compañero		50			1		
15	Asistir a prensa en zanja B	16	34			1		
16	Preparar machuelos, limpiar	18	24			1		
17	Acomodar correctamente molde en prensa F24		29	1				
18	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en F24		35				1	
19	Limpiar pistón de prensa F23, mientras compañero trae machuelos para limpiar tapa superior de contenedor	2	52	1				
20	Limpiar tapa superior de contenedor con machuelos mientras compañero continua limpiando pistón de prensa	7	31			1		
21	Terminar de limpiar tapa superior de contenedor con machuelos	3	7	1				
22	Limpiar campanas con lija y aire a presión	2	59	1				
23	Bajar de prensa y cerrar campanas		54	1				
24	Disminuir altura de campana con racha en F24	9	25	1				
25	Dirigirse a tomar agua	6	8	1				
26	Disminuir altura de campana con racha en F23	11	19	1				
27	Verificar pernos en campana	2	52				1	

Continuación Tabla 15. Diagrama de flujo. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (2/2)

28	Ir a traer 8 pernos de taller para sujetar campana a contenedor	7	20			1		
29	Lubricar y colocar pernos en campana para sujetar a contenedor	5	51	1				
30	Traer palanca para centrar molde correctamente	1	38			1		
31	Centrar molde correctamente en prensa F24	3	10	1				
32	Apretar pernos para sujetar contenedor manualmente	1	12				1	
33	Conectar pistola a fuente de aire.		27			1		
34	Pasar pistola de aire a compañero que se encuentra en parte trasera		14			1		
35	Terminar de inspeccionar, con pernos en campana, que molde este correctamente centrado	1	51				1	
36	Inspeccionar, con flexo metro, que moldes estén centrados correctamente	1	27				1	
37	Retirar codo de cada molde , ya que chocan con protección	1	32			1		
38	Ir a taller a traer codo para tubería	5	16			1		
39	Retirar pernos laterales de molde	1	24	1				
40	Colocar barras guías en pistones		19	1				
41	Retirar material de prensa (grasa anti., llaves)		27			1		
42	Calibrar guías con adaptador de pistón de bomba hidráulica (cerrar prensa)	2	18	1				
43	Ajustar pernos con pistola, para acople de campana molde	5	28	1				
44	Envolver tuberías con teflón mientras espera a compañero que traiga dos pernos faltantes	2	4			1		
45	Ajustar dos pernos faltantes en acople de campana con molde	1	14	1				
46	Inspeccionar si acople de campana con molde está correcto	1	1				1	
47	Abrir prensa parcialmente, calibrar micro en F24, cambiar perno roto	5	6	1				
48	Abrir prensa		38	1				
49	Lubricar y colocar pernos en pistón de anillo (Retirar barras guías en pistón de campana). 8 pernos, cuatro barras.	6	50	1				
50	Guardar material en carro		48			1		
51	Almuerzo	69	28			1		
52	Preparar material en taller y llevar hasta prensa para continuar con cambio	5	55			1		
53	Colocar tuberías en moldes F23-F24	3	39	1				
54	Lubricar y colocar 8 pernos para acoplar base de contenedor con prensa. Op. Interna: Cambiar serial F23	8	15	1				
55	Cambiar serial de prensa F24		53	1				
56	Calibrar Cura	2	48	1				
	<b>Tiempo total (min)</b>		<b>257,65</b>	<b>99,12</b>	<b>3,85</b>	<b>143,77</b>	<b>10,92</b>	<b>0,00</b>
				<b>38%</b>	<b>1%</b>	<b>56%</b>	<b>4%</b>	<b>0%</b>

El siguiente diagrama de flujo, hace referencia a la calibración de moldes de las prensas B.O.M.

Tabla 16. Diagrama de flujo. Calibración de moldes en prensas B.O.M.

Diagrama de flujo en prensas B.O.M.								
Calibración de moldes en prensas B.O.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje
		Min	Seg					
1	Abrir prensa		18	1				
2	Verificar pistón		12				1	
3	Cerrar prensa		20	1				
4	Verificar presión campana	2	7			1		
5	Abrir prensa, parcialmente		16	1				
6	Tomar especificación, montar llanta en porta llanta		28	1				
7	Verificar garras de cargador.		36				1	
8	Calibrar garras de cargadores de dos cavidades	3	2	1				
9	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>		38	1				
10	Ajustar altura de cargador, compañero sube y baja cargador	1	43	1				
11	Calibrar tiempos de ciclo de cura, compañero realiza gimnasia de <i>bladder</i>	4	32	1				
12	Cerrar prensa		17	1				
13	Abrir prensa, verificar posición <i>bladders</i>	1	37				1	
14	Cerrar prensa		25	1				
15	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30	1				
16	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51				1	
17	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24	1				
18	Tiempo de cura	23	0	1				
19	Abrir prensa		25	1				
20	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23				1	
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>44,07</b>		<b>36,30</b>	<b>0,00</b>	<b>2,12</b>	<b>5,65</b>	<b>0,00</b>
				<b>82%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>13%</b>	<b>0%</b>

A continuación se presenta un cuadro de resumen con los tiempos totales de operación, transporte, demora, inspección y almacenaje del cambio de moldes en las prensas de vulcanización B.O.M.

Tabla 17. Diagrama de flujo. Resumen de tiempos en el cambio de moldes en prensas B.O.M.

<b>Resumen diagrama de flujo en prensas B.O.M.</b>		
	Tiempo	Porcentaje
Operación	154,55	46%
Transporte	9,73	3%
Demora	155,35	46%
Inspección	16,57	5%
Almacenaje	0,00	0%
<b>Tiempo total (min)</b>	<b>336,20</b>	<b>100%</b>

Con la ayuda del diagrama de flujo, se puede evidenciar que la cantidad de tiempo de demora en el cambio, es aún más alta que en las prensas *N.R.M.*, es decir, las oportunidades de mejora se incrementan.

Después del desarrollo del presente capítulo, se tiene toda la información diagnóstica necesaria para la ejecución del presente trabajo de tesis. Debido a los videos realizados y a la documentación de los mismos, las actividades del cambio de moldes en las prensas de vulcanización y el equipo de trabajo, están claramente definidos, pudiendo de esta manera iniciar con la propuesta de mejoras que permitan alcanzar los objetivos trazados. En el siguiente capítulo de estudio, se proceden a desarrollar las diferentes técnicas de la metodología *S.M.E.D.*, para de esta manera reducir las demoras, hasta tratar de conseguir su eliminación.

## **CAPÍTULO 5**

### **EL S.M.E.D. EN EL CAMBIO DE MOLDES**

#### **5.1. La metodología S.M.E.D. en el cambio de moldes**

Después de haber realizado el análisis de la situación actual y de saber en qué estado se encuentra el cambio de moldes, se procede a desarrollar el estudio de S.M.E.D. del presente trabajo de tesis, aplicando las técnicas pertenecientes a la metodología.

##### **5.1.1. Definición de las actividades internas y externas**

Para la identificación de las actividades internas y externas de los cambios de moldes en prensas N.R.M y B.O.M. se procede a ocupar un formato que permite realizar un análisis de cada una de las actividades presentes. En el formato se clasifica a cada actividad con una "X", definiendo de esta manera las que se consideran internas y las que se consideran externas. Finalmente se agrega una observación indicando la razón del criterio tomado.

A continuación se presenta el formato, con la división de actividades internas y externas, de las prensas N.R.M.

Identificación de actividades internas y externas en el desmontaje de moldes de las prensas *N.R.M.*

Tabla 18. Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas *N.R.M.* (1/2)

Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas <i>N.R.M.</i>						
No. Act.	Descripción de actividades Actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentarios
		min	s			
1	Conectar manguera a toma de aire, retirar porta llantas		52		X	Conectar manguera a toma de aire y retirar porta llantas antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
2	Escoger y tomar herramientas para retirar nariz de RAM	1	5		X	Tener listas herramientas antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
3	Retirar nariz de RAM de ambos moldes	1	42	X		
4	Abrir prensa, tomar pistola		52	X		
5	Retirar siete pernos de plato inferior ( <i>side-wall</i> inferior)	1	10	X		
6	Retirar tubería de vapor y agua	2	24	X		
7	Cerrar prensa		52	X		
8	Aflojar pernos de parte delantera de campanas y volver a apretar los mismos	1	15		X	Seguir secuencia de actividades, concentrarse en el cambio
9	Abrir Prensa		15		X	Seguir secuencia de actividades, concentrarse en el cambio
10	Retirar un perno que olvidó retirar de <i>side-wall</i> inferior		13		X	Seguir secuencia de actividades, concentrarse en el cambio
11	Volver a cerrar prensa		31		X	Seguir secuencia de actividades, concentrarse en el cambio
12	Aflojar pernos de partes delanteras de campanas (4 pernos). Desacoplar campanas de contenedores		50	X		
13	Pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera de prensas		22		X	Analizar posibilidad de que cada cambiador tenga su propio material
14	Aflojar pernos de partes traseras de campanas (4pernos). Desacoplar campanas de contenedores	1	21	X		
15	Regresar a parte delantera de prensas, guardar pistola y manguera en carro		25		X	Recoger material una vez terminado el cambio
16	Abrir prensa (solo suben campanas)		17	X		
17	Tomar herramientas y linterna		37	X		
18	Aflojar pernos que sujetan pistón al molde de dos cavidades		48	X		
19	Retirar seguro de pistón con llave de cadena de ambas prensas	1	3	X		
20	Coordinar con compañero que acude hasta área de moldes	1	28		X	Realizar la secuencia de actividades establecida. Realizar únicamente el cambio de moldes
21	Buscar herramientas y pernos para colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1	18		X	Tener herramientas ordenadas y listas
22	Verificar que los pernos sean los correctos, buscar nuevamente pernos en carro	1	4		X	Tener listos los pernos a usar
23	Lubricar cuatro pernos y colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior en cavidad D16	1	54	X		
24	Ir a taller a traer palanca	2	12		X	Tener listo material
25	Centrar con palanca contenedor sobre plato inferior correctamente para colocar perno de transporte		47	X		

Continuación Tabla 18. Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

26	Colocar y apretar pernos en unión de contenedor con plato inferior en cavidad D15	1	14	X		
27	Acomodar manguera y pistola en carro, retirar carro de llanta verde para que entre montacargas	1	35		X	Recoger material una vez terminado el cambio. Tener área despejada.
28	Lubricar y colocar ganchos en molde de cavidad D15		52	X		
29	Tomar molde en cavidad D15 y bajar con montacargas	1	7	X		
30	Llevar molde de cavidad D15 a taller, retirar ganchos y ubicar en rack	2	19		X	Analizar posibilidad de tener un carro para ubicar los moldes salientes
31	Regresa a prensa	1	45		X	No alejarse de prensa
32	Colocar ganchos en molde de cavidad D16, tomar con el montacargas y bajar de prensa	1	31	X		
33	Llevar molde de cavidad D16 a taller	2	7	X		
<b>Tiempo Total (min)</b>		<b>38,12</b>				

El tiempo total de actividades internas en el desmontaje de moldes de prensas N.R.M. es de 21,47 minutos y de 16,47 minutos en actividades externas.

Identificación de actividades internas y externas en el montaje de moldes de las prensas *N.R.M.*

Tabla 19. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas *N.R.M.* (1/3)

Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas <i>N.R.M.</i>						
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentarios
		min	s			
1	Retirar ganchos para movilizar moldes, en área de moldes		46		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
2	Colocar ganchos en nuevo molde, en área de moldes	5	20		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
3	Colocar molde en uñetas de montacargas, en área de moldes	4	57		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
4	Colocar molde en rack, en área de moldes	2	13		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
5	Colocar ganchos en molde para transportar	1	11		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
6	Ir a taller a traer machuelo	5	1		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
7	Colocar machuelos en entrada de pernos (4 agujeros)	3	35		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
8	Bajar molde al piso	1	1		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
9	Limpiar molde		52		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
10	Coordina con compañero, traer martillo		4		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
11	Limpiar molde	4	32		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
12	Operador coloca conectores en moldes	1	23		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
13	Entrar a taller y busca lijas	1	6		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
14	Transportar molde a prensa en zanja D	1	9		X	Tener listos moldes y herramientas, antes de terminada la vulcanización de las ultimas llantas
15	Lijar bases de prensas y limpiar con aire	3	11	X		
16	Guardar manguera de aire en carro		22		X	Realizar limpieza al final del cambio
17	Levantar molde a colocar en cavidad D15 y limpiar base de molde		35	X		
18	Cuadrar montacargas		17	X		
19	Ubicar molde en cavidad D15	1	24	X		

Continuación Tabla 19. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/3)

20	Retirar barra y ganchos de molde	1	10	X		
21	Limpiar tapa superior de molde con pistola de aire		35	X		
22	Traer molde, de área de moldes	6	32		X	Tener listo molde en prensa, para iniciar el cambio
23	Cuadrarse y colocar molde en cavidad D16	3	56	X		
24	Retirar ganchos y barra de molde en cavidad D16		46	X		
25	Bajar campana		21	X		
26	Centrar molde correctamente con barra en cavidad D15 y D16	2	6	X		
27	Tomar llave de cadena, activar seguro contratuerca en ambas cavidades	3	48	X		
28	Buscar seguros para colocar en pistón		18	X		
29	Colocar seguros en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	4	25	X		
30	Cerrar completamente campana y verificar que pernos de campana calcen correctamente en tapa superior de moldes	1	51	X		
31	Subir campanas y colocar lubricante en pernos de campana. Compañero retira 4 pernos que unen contenedor con plato inferior. Cerrar campana	4	13	X		
32	Verificar altura de campana	1	22	X		
33	Retirar seguros		34	X		
34	Ir a taller para traer racha	2	55		X	Tener material a usar listo junto a prensa
35	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D30	11	34	X		
36	Conectar manguera a aire a presión		47	X		
37	Llamar a compañero para que disminuya altura de campana	2	51		X	Equipo listo en prensa
38	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D29	8	42	X		
39	Conversar con compañero		39		X	Concentrarse en realizar el cambio
40	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D29	6	44	X		
41	Verificar que pernos de campanas encajen en molde, subir campanas		54	X		
42	Limpiar tapa superior de molde		41	X		
43	Tomar llave hexagonal, abrir pernos laterales de contenedor (2 moldes)	3	41	X		
44	Bajar campana, ajustar manualmente pernos en campana	1	8	X		
45	Tomar manguera, conectar taladro neumático y apretar 4 pernos posteriores de campana	6	2	X		
46	Tomar manguera, conectar taladro neumático y apretar 4 pernos frontales de campana	1	39	X		
47	Dejar Taladro neumático. Abrir tres cuartos de prensa		17	X		
48	Tomar nariz del RAM ensamblar al RAM en cavidades D29 - D30	2	39	X		
49	Levantar RAM, verificar RAM y segmentos en cada cavidad		28	X		
50	Abrir toda la prensa, tomar graseo aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor de la cavidad D30	4	2	X		
51	Tomar graseo, aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor de la cavidad D29	3	18	X		
52	Tomar pernos, depósito de grasa, retirar de las cavidades		48	X		
53	Ir hasta parte posterior abrir llaves de entrada de vapor	1	4	X		

Continuación Tabla 19. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas *N.R.M.* (3/3)

54	Tomar neumático retirar taladro, tomar manguera de aire, limpiar plato inferior	1	10		X	Recoger material una vez terminado el cambio
55	Retirar manguera de la toma, tomar neumático colocar en carro de herramientas		40		X	Recoger material una vez terminado el cambio
56	Verificar especificación de la cura, inspeccionar entradas de vapor, cargar cura en el PLC. Calibrar de entradas de agua y vapor.	4	54	X		
57	Colocar serial en ambas cavidades	2	1	X		
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>140,57</b>			

El tiempo total de actividades internas en el montaje de moldes de prensas *N.R.M.* es de 92,25 minutos y de 48,32 minutos en actividades externas.

Identificación de actividades internas y externas en la calibración de moldes de las prensas *N.R.M.*

Tabla 20. Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas *N.R.M.*

Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas <i>N.R.M.</i>						
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentarios
		min	s			
1	Abrir prensa		18	X		
2	Verificar pistón (nariz del <i>RAM</i> )		10	X		
3	Cerrar prensa		26	X		
4	Verificar presión de campana. No sirve el manómetro	2	10		X	Trabajo de metrología
5	Traer manómetro nuevo ya que personal de metrología no se encuentra	10	7		X	Trabajo de metrología
6	Instalar manómetro nuevo	4	9		X	Trabajo de metrología
7	Abrir prensa, regular altura		21	X		
8	Abrir prensa, verificar moldes. (Son diferentes moldes)	1	4		X	Tener moldes verificados
9	Cerrar prensa		16	X		
10	Verificar presión manómetro		19		X	
11	Tomar palanca, acoplar dado		14	X		
12	Ajustar altura de la campana 2 cavidades	2	2	X		
13	Tomar especificación, montar llanta en el cargador		38	X		
14	Bajar cargador, tomar llanta verde		24	X		
15	Verificar funcionamiento de garras de cargador		21	X		
16	Ajustar garras de cargador de 2 cavidades	3	22	X		
17	Abrir prensa		28	X		
18	Bajar cargadores, ajustar altura	1	49	X		
19	Subir cargadores		14	X		
20	Calibrar tiempos de ciclos de cura. Verificar <i>bladder</i> (Gimnasia de <i>bladder</i> )	4	27	X		
21	Cerrar prensa		25	X		
22	Abrir prensa verificar posición de <i>bladder</i>	1	37	X		
23	Cerrar prensa		25	X		
24	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30	X		
25	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51	X		
26	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24	X		
27	Tiempo de cura	23	0	X		
28	Abrir prensa		25	X		
29	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23	X		
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>63,32</b>				

El tiempo total de actividades internas en la calibración del cambio de moldes de prensas *N.R.M.* es de 45,50 minutos y de 17,82 minutos en actividades externas.

Con el desarrollo del formato, se puede identificar que para el cambio de moldes en prensas N.R.M., el tiempo total invertido en actividades internas es de 159,22 minutos y en actividades externas es de 82,78 minutos. Sabiendo que el primer objetivo de la metodología es reducir el tiempo de las actividades internas, se puede evidenciar que las oportunidades de mejora son amplias.

A continuación se presenta el formato, con la división de actividades internas y externas, de las prensas *B.O.M.*

Identificación de actividades internas y externas en el desmontaje de moldes de las prensas *B.O.M.*

Tabla 21. Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas *B.O.M.*

Actividades internas y externas. Desmontaje de moldes en prensas <i>B.O.M.</i>						
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentario
		min	s			
1	Dirigirse a prensa	1	7		X	Estar presente en prensa antes de terminada la vulcanización de la última llanta
2	Retirar seguro y apartar porta llantas	1	32		X	Se puede realizar esta actividad mientras se está vulcanizando la última llanta
3	Conectar manguera a fuente de aire, preparar pistola. Compañero cierra llaves de vapor y agua.		53	X		
4	Aflojar pernos ubicados en pistón de campana (8 pernos)	1	18	X		Cerrar llaves. Manguera ya tiene que estar conectada
5	Retirar pernos que unen plato inferior con prensa (8 pernos)	1	38	X		
6	Expulsar pistón de campana, cerrar prensa (no completamente)		51	X		
7	Alistar material, dirigirse a parte trasera de prensa		34	X		
8	Retirar manguera de agua caliente y tubería	4	44	X		
9	Terminar de cerrar prensa		24	X		
10	Recibir manguera y tubería desarmada y pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera		41		X	Compañero puede tener listo material
11	Retirar pernos de campana en parte trasera (4pernos, 2 pernos por campana)		52	X		
12	Retirar pernos de campana en parte delantera (4pernos)		32	X		
13	Abrir prensa (ya con campana desacoplada de molde)		39	X		
14	Preparar material para ensamblar contenedor con plato inferior		40	X		
15	Lubricar, colocar y apretar tres pernos para acoplar contenedor con side-wall inferior	2	36	X		
16	Esperar a que compañero traiga montacargas y ganchos	4	1		X	Tener material listo
17	Colocar ganchos y barra en molde	1	7	X		
18	Tomar molde con montacargas y bajar de cavidad F23	1	40	X		
19	Llevar molde hasta área de moldes, desde cavidad F23	2	23		X	Realizar recolección de material una vez terminado el cambio
20	Regresar de área de moldes	1	7		X	Realizar recolección de material una vez terminado el cambio
21	Colocar ganchos y barra en molde	1	7	X		
22	Tomar molde con montacargas y bajar de cavidad F24	1	40	X		
23	Llevar molde hasta área de moldes desde cavidad F24	2	23		X	Realizar recolección de material una vez terminado el cambio
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>34,48</b>				

El tiempo total de actividades internas en el desmontaje de moldes de prensas *B.O.M.* es de 21,25 minutos y de 13,23 minutos en actividades externas.

Identificación de actividades internas y externas en el montaje de moldes de las prensas B.O.M.

Tabla 22. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (1/2)

Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas B.O.M.						
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentario
		min	s			
1	Llevar molde con montacargas hasta prensas en zanja F	3	51		X	Tener listo molde antes de que se termine de vulcanizar la última llanta
2	Parar en taller a buscar herramientas	5	18		X	Tener listo material antes de que se termine de vulcanizar la última llanta
3	Limpiar base de prensa con lija (en donde se va a colocar molde)	1	56	X		
4	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para colocar en cavidad F23	1	23	X		
5	Colocar molde en cavidad F23 y acomodar correctamente	3	12	X		
6	Retirar ganchos de molde en cavidad F23		29	X		
7	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en cavidad F23		40	X		
8	Terminar de cuadrar bien molde en F23		59	X		
9	Inspeccionar nuevamente que molde este correctamente cuadrado en cavidad F23	1	17	X		
10	Limpiar pistón de cavidad F24 (mientras compañero trae molde)	2	28	X		
11	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para F24		48	X		
12	Colocar molde en cavidad F24 y acomodar correctamente	2	14	X		
13	Retirar ganchos de molde en cavidad F24		32	X		
14	Conversar con compañero		50		X	Concentrarse únicamente en el cambio de moldes
15	Asistir a prensa en zanja B	16	34		X	Realizar únicamente actividades del cambio de moldes
16	Preparar machuelos, limpiar	18	24		X	Tener listo material a usar
17	Acomodar correctamente molde en cavidad F24		29	X		
18	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en cavidad F24		35	X		
19	Limpiar pistón de cavidad F23, mientras compañero trae machuelos para limpiar tapa superior de contenedor	2	52	X		
20	Limpiar tapa superior de contenedor con machuelos mientras compañero continua limpiando pistón de prensa	7	31		X	Realizar limpieza de molde antes de iniciar el cambio de molde
21	Terminar de limpiar tapa superior de contenedor con machuelos	3	7		X	Realizar limpieza de molde antes de iniciar el cambio de molde
22	Limpiar campanas con lija y aire a presión	2	59	X		
23	Bajar de prensa y cerrar campanas		54	X		
24	Disminuir altura de campana con racha en cavidad F24	9	25	X		
25	Dirigirse a tomar agua	6	8	X		
26	Disminuir altura de campana con racha en cavidad F23	11	19	X		
27	Verificar pernos en campana	2	52	X		
28	Ir a traer 8 pernos de taller para sujetar campana a contenedor	7	20		X	Tener listo material antes de iniciar el cambio
29	Lubricar y colocar pernos en campana para sujetar a contenedor	5	51	X		
30	Traer palanca para centrar molde correctamente	1	38		X	Tener listo material antes de iniciar el cambio
31	Centrar molde correctamente en cavidad F24	3	10	X		

Tabla 22. Actividades internas y externas. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

32	Apretar pernos para sujetar contendor manualmente	1	12	X		
33	Conectar pistola a fuente de aire		27	X		
34	Pasar pistola de aire a compañero que se encuentra en parte trasera de prensa		14		X	Compañero lleva consigo el material
35	Terminar de inspeccionar, con pernos en campana, que molde este correctamente centrado	1	51	X		
36	Inspeccionar, con flexo metro, que moldes estén centrados correctamente	1	27	X		
37	Retirar codo de cada molde , ya que chocan con protección	1	32		X	Realizar preparación de molde, antes de empezar cambio
38	Ir a taller a traer codo para tubería	5	16		X	Realizar preparación de molde, antes de empezar cambio
39	Retirar pernos laterales de molde	1	24	X		
40	Colocar barras guías en pistones		19	X		
41	Retirar material de prensa (grasa, llaves)		27		X	Realizar limpieza, una vez terminado el cambio
42	Calibrar guías con adaptador de pistón de bomba hidráulica (cerrar prensa)	2	18	X		
43	Ajustar pernos con pistola, para acople de campana con molde	5	28	X		
44	Envolver tuberías con teflón mientras espera a que compañero traiga dos pernos faltantes	2	4		X	Realizar preparación de molde, antes de empezar cambio
45	Ajustar dos pernos faltantes en acople de campana con molde	1	14	X		
46	Inspeccionar si acople de campana con molde está correcto	1	1	X		
47	Abrir prensa parcialmente, calibrar micro en cavidad F24	5	6	X		
48	Abrir prensa		38	X		
49	Lubricar y colocar pernos en pistón de anillo (Retirar barras guías en pistón de campana) (8 pernos, cuatro barras)	6	50	X		
50	Guardar material en carro		48		X	Realizar limpieza, una vez terminado el cambio
51	Almuerzo	69	28		X	Analizar posibilidad de esperar a terminar el cambio para almorzar
52	Preparar material en taller y llevar hasta prensa para continuar con cambio	5	55		X	Tener listo el material a utilizar junto a prensa
53	Colocar tuberías en cavidades F23-F24	3	39	X		
54	Lubricar y colocar 8 pernos para acoplar base de contenedor con prensa	8	15	X		
55	Cambiar seriales		53	X		
56	Calibrar Cura	2	48	X		
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>257,65</b>			

El tiempo total de actividades internas en el montaje de moldes de prensas *B.O.M.* es de 107,37 minutos y de 150,28 minutos en actividades externas.

Identificación de actividades internas y externas en la calibración de moldes de las prensas *B.O.M.*

Tabla 23. Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas *B.O.M.*

Actividades internas y externas. Calibración de moldes en prensas <i>B.O.M.</i>						
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Interno	Externo	Comentario
		min	s			
1	Abrir prensa		18	X		
2	Verificar pistón (nariz de <i>RAM</i> )		12	X		
3	Cerrar prensa		20	X		
4	Verificar presión de campana en cavidad D23	2	7		X	Departamento de metrología tiene que tener listo manómetro
5	Abrir prensa, parcialmente		16	X		
6	Tomar especificación, montar llanta en porta llanta		28	X		
7	Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)		36	X		
8	Calibrar garras de cargadores de dos cavidades	3	2	X		
9	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>		38	X		
10	Ajustar altura de cargador en cavidad D23. Compañero sube y baja cargador (trabajo en equipo)	1	43	X		
11	Calibrar tiempos de ciclo de cura, compañero realiza gimnasia de <i>bladder</i>	4	32	X		
12	Cerrar prensa		17	X		
13	Abrir prensa, verificar posición <i>bladders</i>	1	37	X		
14	Cerrar prensa		25	X		
15	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30	X		
16	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51	X		
17	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24	X		
18	Tiempo de cura	23	0	X		
19	Abrir prensa		25	X		
20	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23	X		
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>44,07</b>			

El tiempo total de actividades internas en la calibración del cambio de moldes de prensas *B.O.M.* es de 41,95 minutos y de 2,12 minutos en actividades externas.

Después de desarrollar el formato que permite diferenciar las actividades internas y externas, se puede analizar que la cantidad de tiempo total invertido en actividades internas del cambio de moldes de prensas B.O.M. es de 172,98 minutos, y de 181,51 minutos en actividades externas. En este caso, las oportunidades de mejora son aún mayores, esto implica un amplio margen de reducción de tiempos.

#### **5.1.1.1. Aplicación de la metodología Eliminar, Combinar, Reorganizar Simplificar (E.C.R. S.)**

Como se mencionó anteriormente, mediante la metodología *E.C.R.S.* se analiza cada una de las actividades del cambio, para a más de saber si son internas o externas, poder saber cómo se las puede manejar al momento de mejorar el método de cambio.

A continuación se presenta el formato (*E.C.R.S.*), aplicado a el cambio de moldes en las prensas *N.R.M.*

Aplicación del formato E.C.R.S. al desmontaje de moldes, en las prensas N.R.M.

Tabla 24. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. (1/2)

Metodología E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M.								
Descripción de actividades								
No. Act.	Actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		min	S					
1	Conectar manguera a toma de aire, retirar porta llantas		52			X		Retirar porta llantas antes de empezar el cambio
2	Escoger y tomar herramientas para retirar nariz de RAM	1	5			X		Tener herramienta lista
3	Retirar nariz de RAM de ambos moldes	1	42		X			Trabajar en equipo, uno por cavidad
4	Abrir prensa, tomar pistola		52		X			Abrir prensa mientras se está tomando pistola
5	Retirar siete pernos de plato inferior ( <i>side-wall</i> inferior)	1	10					Ok, verificar que estén retirados los ocho pernos
6	Retirar tubería de vapor y agua	2	24		X			Ok
7	Cerrar prensa		52					Ok
8	Aflojar pernos de parte delantera de campanas y volver a apretar los mismos	1	15	X				Verificar que actividades se completen, para pasar a la siguiente
9	Abrir Prensa		15	X				Verificar que actividades se completen, para pasar a la siguiente
10	Retirar un perno que olvidó retirar de <i>side-wall</i> inferior		13	X				Verificar que actividades se completen, para pasar a la siguiente
11	Volver a cerrar prensa		31	X				Verificar que actividades se completen, para pasar a la siguiente
12	Aflojar pernos de partes delanteras de campanas (4 pernos). Desacoplar campanas de contenedores		50		X			Trabajar en equipo. Analizar posibilidad de que cada cambiador tenga sus propias herramientas
13	Pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera de prensas		22	X				Analizar posibilidad de que cada cambiador tenga sus propias herramientas
14	Aflojar pernos de partes traseras de campanas (4pernos). Desacoplar campanas de contenedores	1	21		X			Trabajar en equipo. Analizar posibilidad de que cada cambiador tenga sus propias herramientas
15	Regresar a parte delantera de prensas, guardar pistola y manguera en carro		25		X			Combinar con actividad siguiente
16	Abrir prensa (solo suben campanas)		17		X			Trabajar en equipo, realizar paralelo con la actividad anterior

Continuación Tabla 24. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

17	Tomar herramientas y linterna		37					Ok
18	Aflojar pernos que sujetan pistón al molde de dos cavidades		48		X			Trabajar en equipo. Uno por cavidad
19	Retirar seguro de pistón con llave de cadena de ambas prensas	1	3		X			Trabajar en equipo. Uno por cavidad
20	Coordinar con compañero que acude hasta área de moldes	1	28	X				Realizar únicamente actividades de cambio de moldes
21	Buscar herramientas y pernos para colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1	18	X				Tener herramientas listas
22	Verificar que los pernos sean los correctos, buscar nuevamente pernos en carro	1	4	X				Tener material a usar listo
23	Lubricar cuatro pernos y colocar en unión de contenedor con <i>side-wall</i> inferior en cavidad D16	1	54					Ok
24	Ir a taller a traer palanca	2	12	X				Tener listo material a usar
25	Centrar con palanca contenedor sobre plato inferior correctamente para colocar perno de transporte		47					Ok
26	Colocar y apretar pernos en unión de contenedor con plato inferior en cavidad D15	1	14		X			Ok
27	Acomodar manguera y pistola en carro, retirar carro de llanta verde para que entre montacargas	1	35			X		Retirar carro de llanta verde antes de empezar el cambio. Arreglar material después de terminado el cambio.
28	Lubricar y colocar ganchos en molde de cavidad D15		52		X			Colocar ganchos en molde, mientras compañero centra montacargas
29	Tomar molde en cavidad D15 y bajar con montacargas	1	7		X			Combinar con actividad anterior
30	Llevar molde de cavidad D15 a taller, retirar ganchos y ubicar en rack	2	19			X		Llevar molde a taller una vez terminado el cambio
31	Regresa a prensa	1	45			X		Llevar molde a taller una vez terminado el cambio
32	Colocar ganchos en molde de cavidad D16, tomar con el montacargas y bajar de prensa	1	31		X			Colocar ganchos en molde, mientras compañero centra montacargas
33	Llevar molde de cavidad D16 a taller	2	7			X		Llevar molde a taller una vez terminado el cambio

<b>Tiempo total (min)</b>	<b>38,12</b>
---------------------------	--------------

Aplicación del formato E.C.R.S. al montaje de moldes, en las prensas N.R.M.

Tabla 25. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (1/3)

Metodología E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas N.R.M.								
No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		Min	Seg					
		1	Retirar ganchos para movilizar moldes, en área de moldes					
2	Colocar ganchos en nuevo molde, en área de moldes	5	20			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
3	Colocar molde en uñetas de montacargas, en área de moldes	4	57			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
4	Colocar molde en rack, en área de moldes	2	13			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
5	Colocar ganchos en molde para transportar	1	11			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
6	Ir a taller a traer machuelo	5	1			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
7	Colocar machuelos en entrada de pernos (4 agujeros)	3	35			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
8	Bajar molde al piso	1	1			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
9	Limpiar molde		52			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
10	Coordina con compañero, traer martillo		4			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
11	Limpiar molde	4	32			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
12	Operador coloca conectores en moldes	1	23			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
13	Entrar a taller y busca lijas	1	6			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
14	Transportar molde a prensa en zanja D	1	9			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
15	Lijar bases de prensas y limpiar con aire	3	11		X			Limpiar una cavidad por trabajador
16	Guardar manguera de aire en carro		22			X		Guardar material al final del cambio
17	Levantar molde a colocar en cavidad D15 y limpiar base de molde		35				X	Trabajar en equipo, ayudar a conductor de montacargas a cuadrarse correctamente
18	Cuadrar montacargas		17				X	Trabajar en equipo, ayudar a conductor de montacargas a cuadrarse correctamente
19	Ubicar molde en cavidad D15	1	24				X	Trabajar en equipo, ayudar a conductor de montacargas a cuadrarse correctamente
20	Retirar barra y ganchos de molde	1	10		X			Trabajar en equipo
21	Limpiar tapa superior de molde con pistola de aire		35		X			Trabajar en equipo
22	Traer molde, de área de moldes	6	32			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
23	Cuadrarse y colocar molde en cavidad D16	3	56				X	Trabajar en equipo, ayudar a conductor de montacargas a cuadrarse correctamente
24	Retirar ganchos y barra de molde en cavidad D16		46		X			Trabajar en equipo
25	Bajar campana		21					Ok
26	Centrar molde correctamente con barra en cavidad D15 y D16	2	6		X			Trabajar en equipo para centrar moldes más rápido
27	Tomar llave de cadena, activar seguro contratuerca en ambas cavidades	3	48		X			Trabajar en equipo (ver posibilidad de trabajar uno por cavidad, al mismo tiempo)

Continuación Tabla 25. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/3)

28	Buscar seguros para colocar en pistón		18					Ok
29	Colocar seguros en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	4	25		X			Trabajar en equipo (ver posibilidad de trabajar uno por cavidad, al mismo tiempo)
30	Cerrar completamente campana y verificar que pernos de campana calcen correctamente en tapa superior de moldes	1	51		X			Trabajar en equipo, uno cierra prensa y otro verifica centrado de molde
31	Subir campanas y colocar lubricante en pernos de campana. Compañero retira 4 pernos que unen contenedor con plato inferior. Cerrar campana	4	13					Ok
32	Verificar altura de campana	1	22					Ok
33	Retirar seguros		34					Ok
34	Ir a taller para traer racha	2	55	X				Tener listo material
35	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D30	11	34				X	Trabajar en equipo para agilizar actividad
36	Conectar manguera a aire a presión		47					Ok
37	Llamar a compañero para que disminuya altura de campana	2	51	X				Trabajar en equipo, compañero listo en prensa
38	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D29	8	42				X	Trabajar en equipo
39	Conversar con compañero		39	X				Concentrarse en el cambio
40	Disminuir altura de campana con racha en cavidad D29	6	44				X	Trabajar en equipo
41	Verificar que pernos de campanas encajen en molde, subir campanas		54		X			Trabajar en equipo, uno abre prensa, otro verifica centrado
42	Limpiar tapa superior de molde		41					Ok
43	Tomar llave hexagonal, abrir pernos laterales de contenedor (2 moldes)	3	41		X			Trabajar uno por cavidad
44	Bajar campana, ajustar manualmente pernos en campana	1	8		X			Trabajar en equipo. Realizar actividades en paralelo
45	Tomar manguera, conectar taladro neumático y apretar 4 pernos posteriores de campana	6	2		X			Trabajar en equipo. Realizar actividades en paralelo
46	Tomar manguera, conectar taladro neumático y apretar 4 pernos frontales de campana	1	39		X			Trabajar en equipo. Realizar actividades en paralelo
47	Dejar Taladro neumático. Abrir tres cuartos de prensa		17					Ok
48	Tomar nariz del RAM ensamblar al RAM en cavidades D29 - D30	2	39					Ok
49	Levantar RAM, verificar RAM y segmentos en cada cavidad		28		X			Trabajar un cambiador por cavidad
50	Abrir toda la prensa, tomar graseo aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor de la cavidad D30	4	2		X			Trabajar en equipo, uno abre prensa, otro engrasa pernos
51	Tomar graseo, aplicar en los pernos para sujetar <i>side-wall</i> inferior del contenedor de la cavidad D29	3	18					Ok
52	Tomar pernos, depósito de grasa, retirar de las cavidades		48				X	Recoger material al final del cambio
53	Ir hasta parte posterior abrir llaves de entrada de vapor	1	4					Ok
54	Tomar neumático retirar taladro, tomar manguera de aire, limpiar plato inferior	1	10				X	Realizar actividad antes de empezar el cambio

Continuación Tabla 25. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (3/3)

55	Retirar manguera de la toma, tomar neumático colocar en carro de herramientas		40			X		Realizar actividad antes de empezar el cambio
56	Verificar especificación de la cura, inspeccionar entradas de vapor, cargar cura en el PLC. Calibrar de entradas de agua y vapor.	4	54		X			Trabajar en equipo
57	Colocar serial en ambas cavidades	2	1		X			Trabajar en equipo

<b>Tiempo total (min)</b>	<b>140,57</b>
---------------------------	---------------

Aplicación del formato E.C.R.S. a la calibración de moldes, en las prensas N.R.M.

Tabla 26. Formato E.C.R.S. Calibración de moldes en prensas N.R.M.

Metodología E.C.R.S. Calibración de moldes en prensas N.R.M.								
Descripción de actividades								
No. Act.	Actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		Min	Seg					
1	Abrir prensa		18		X			Trabajar en equipo
2	Verificar pistón (nariz del RAM)		10		X			Trabajar en equipo
3	Cerrar prensa		26		X			Trabajar en equipo
4	Verificar presión de campana. No sirve el manómetro	2	10	X				Trabajo de metrología
5	Traer manómetro nuevo ya que personal de metrología no se encuentra	10	7	X				Trabajo de metrología
6	Instalar manómetro nuevo	4	9	X				Trabajo de metrología
7	Abrir prensa, regular altura		21		X			Trabajo en equipo
8	Abrir prensa, verificar moldes. (Son diferentes moldes)	1	4	X				Tener moldes verificados
9	Cerrar prensa		16					Ok
0	Verificar presión manómetro		19	X				Trabajo de metrología
11	Tomar palanca, acoplar dado		14					Ok
12	Ajustar altura de la campana 2 cavidades	2	2				X	Trabajar en equipo, terminar de ajustar altura de campana
13	Tomar especificación, montar llanta en el cargador		38				X	Trabajo en equipo
14	Bajar cargador, tomar llanta verde		24					Ok
15	Verificar funcionamiento de garras de cargador		21		X			Trabajar en equipo
16	Ajustar garras de cargador de 2 cavidades	3	22		X			Trabajar en equipo
17	Abrir prensa		28					Ok
18	Bajar cargadores, ajustar altura	1	49		X			Trabajar en equipo
19	Subir cargadores		14		X			Trabajar en equipo
20	Calibrar tiempos de ciclos de cura. Verificar bladder (Gimnasia de bladder)	4	27					
21	Cerrar prensa		25	X				
22	Abrir prensa verificar posición de bladder	1	37	X				Tener posición de bladder verificado
23	Cerrar prensa		25	X				
24	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30					Ok
25	Verificar ubicación de llantas en bladder, inflar bladder		51		X			Trabajar en equipo
26	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24					Ok
27	Tiempo de cura	23	0					Recoger material de prensa, limpiar área
28	Abrir prensa		25					Ok
29	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23					Ok
Tiempo total (min)		63,32						

Después de analizar, con la ayuda del formato *E.C.R.S.*, cada una de las actividades del cambio de moldes en prensas *N.R.M.*, se puede deducir que las principales oportunidades de mejora se encuentran en la conversión de actividades internas en externas, llevando a cabo la mayor cantidad de las mismas antes de que el cambio inicie; también se puede evidenciar la falta de trabajo en equipo, en donde los trabajadores deben desarrollar las actividades en una secuencia ordenada y en paralelo.

A continuación se presenta el formato (*E.C.R.S.*), aplicado a el cambio de moldes en las prensas *B.O.M.*

Aplicación del formato E.C.R.S. al desmontaje de moldes, en las prensas B.O.M.

Tabla 27. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M. (1/2)

Metodología E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.								
Descripción de actividades								
No. Act.	Actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		min	S					
1	Dirigirse a prensa	1	7			X		Estar presente en prensa, antes de que se termine la vulcanización de la última llanta
2	Retirar seguro y apartar porta llantas	1	32			X		Retirar porta llantas antes de terminada la vulcanización de la última llanta
3	Conectar manguera a fuente de aire, preparar pistola. Compañero cierra llaves de vapor y agua.		53			X		Cerrar llaves únicamente, manguera ya tiene que estar conectada
4	Aflojar pernos ubicados en pistón de campana (8 pernos)	1	18		X			Trabajo en equipo. Analizar posibilidad de trabajar con dos taladros
5	Retirar pernos que unen plato inferior con prensa (8 pernos)	1	38		X			Trabajo en equipo con doble taladro
6	Expulsar pistón de campana, cerrar prensa (no completamente)		51		X			Trabajo en equipo
7	Alistar material, dirigirse a parte trasera de prensa		34		X			Trabajo en equipo
8	Retirar manguera de agua caliente y tubería	4	44		X			Trabajo en equipo
9	Terminar de cerrar prensa		24					
10	Recibir manguera y tubería desarmada y pasar pistola a compañero que se encuentra en parte trasera		41			X		Tener listo material. Realizar limpieza una vez terminado el cambio
11	Retirar pernos de campana en parte trasera (4pernos, 2 pernos por campana)		52		X			Combinar con la siguiente actividad
12	Retirar pernos de campana en parte delantera (4pernos)		32		X			Trabajo en equipo
13	Abrir prensa (ya con campana desacoplada de molde)		39					
14	Preparar material para ensamblar contenedor con plato inferior		40		X			Trabajo en equipo, una persona por cavidad
15	Lubricar, colocar y apretar tres pernos para acoplar contenedor con <i>side-wall</i> inferior	2	36		X			Trabajo en equipo, una persona por cavidad
16	Esperar a que compañero traiga montacargas y ganchos	4	1	X				Tener listo montacargas y ganchos, junto a prensa
17	Colocar ganchos y barra en molde	1	7		X			Trabajo en equipo. Analizar posibilidad de trabajar con dos pares de ganchos y dos barras
18	Tomar molde con montacargas y bajar de cavidad F23	1	40					ok

Continuación Tabla 27. Formato E.C.R.S. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M. (2/2)

19	Llevar molde hasta área de moldes, desde cavidad F23	2	23	X				Acomodar moldes salientes junto a prensa. Analizar la posibilidad de la construcción de un carro para transporte de moldes
20	Regresar de área de moldes	1	7	X				Acomodar moldes salientes junto a prensa. Analizar la posibilidad de la construcción de un carro para transporte de moldes
21	Colocar ganchos y barra en molde	1	7	X				Operación combinada previamente
22	Tomar molde con montacargas y bajar de cavidad F24	1	40					
23	Llevar molde hasta área de moldes desde cavidad F24	2	23			X		Acomodar moldes salientes junto a prensa. Analizar la posibilidad de la construcción de un carro para transporte de moldes

<b>Tiempo total (min)</b>	<b>34,48</b>
---------------------------	--------------

Aplicación del formato E.C.R.S. al montaje de moldes, en las prensas B.O.M.

Tabla 28. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (1/3)

**Metodología E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas B.O.M.**

No. Act.	Descripción de actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		Min	Seg					
1	Llevar molde con montacargas hasta prensas en zanja F	3	51			X		Tener listos moldes entrantes, junto a prensa
2	Parar en taller a buscar herramientas	5	18			X		Tener, previamente, todo el material listo a ocuparse en el cambio. Analizar posibilidad de la construcción de un carro de contenga todo el material ocuparse
3	Limpiar base de prensa con lija (en donde se va a colocar molde)	1	56					Por seguridad primero se lija para pasar a la siguiente actividad
4	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para colocar en cavidad F23	1	23					
5	Colocar molde en cavidad F23 y acomodar correctamente	3	12		X			Trabajar equipo, mientras uno maneja montacargas, otro ayuda a verificar ubicación de molde en prensa
6	Retirar ganchos de molde en cavidad F23		29		X			Retira ganchos mientras se retira montacargas
7	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en cavidad F23		40				X	Inspección necesaria.
8	Terminar de cuadrar bien molde en F23		59				X	
9	Inspeccionar nuevamente que molde este correctamente cuadrado en cavidad F23	1	17					Necesaria inspección.
10	Limpiar pistón de cavidad F24 (mientras compañero trae molde)	2	28		X			Trabajo en equipo, cada uno limpia un pistón por cavidad. Tener listos moldes entrantes junto a prensa
11	Tomar molde con montacargas y cuadrarse para F24		48					
12	Colocar molde en cavidad F24 y acomodar correctamente	2	14		X			Trabajar en equipo para ayudar a optimizar centra miento
13	Retirar ganchos de molde en cavidad F24		32					Ok, en F24 se demora mas debido a que timer impide que porta llantas se abra completamente y así molesta para la colocación del molde
14	Conversar con compañero		50	X				Concentrarse en realizar el cambio
15	Asistir a prensa en zanja B	16	34	X				Trabajar únicamente en cambio de molde
16	Preparar machuelos, limpiar	18	24				X	Tener machuelos listos. La limpieza es necesaria
17	Acomodar correctamente molde en cavidad F24		29		X			Trabajar en equipo, acomodar molde conjuntamente con compañero
18	Inspeccionar que molde este correctamente cuadrado en cavidad F24		35		X			Trabajar en equipo, acomodar molde conjuntamente con compañero

Continuación Tabla 28. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (2/3)

19	Limpiar pistón de cavidad F23, mientras compañero trae machuelos para limpiar tapa superior de contenedor	2	52		X			Tener listo material.
20	Limpiar tapa superior de contenedor con machuelos mientras compañero continua limpiando pistón de prensa	7	31	X				Tener tapa de contenedor limpia, antes de empezar el cambio
21	Terminar de limpiar tapa superior de contenedor con machuelos	3	7	X				Tener tapa de contenedor limpia, antes de empezar el cambio
22	Limpiar campanas con lija y aire a presión	2	59		X			Ok, con dos mangueras de aire, limpian uno cada cavidad
23	Bajar de prensa y cerrar campanas		54					Ok
24	Disminuir altura de campana con racha en cavidad F24	9	25				X	Analizar posibilidad de mejorar actividad
25	Dirigirse a tomar agua	6	8				X	Tiempo para ir al baño(agua junto a prensa se calienta)
26	Disminuir altura de campana con racha en cavidad F23	11	19				X	Analizar posibilidad de mejorar actividad
27	Verificar pernos en campana	2	52		X			ok(para verificar que el molde este centrado correctamente)
28	Ir a traer 8 pernos de taller para sujetar campana a contenedor	7	20	X				Ya tener listo el material a ocupar
29	Lubricar y colocar pernos en campana para sujetar a contenedor	5	51					Ok
30	Traer palanca para centrar molde correctamente	1	38	X				Tener barra lista
31	Centrar molde correctamente en cavidad F24	3	10				X	Trabajar en equipo, para realizar el centrado mas rápido
32	Apretar pernos para sujetar contendor manualmente	1	12					Para comprobar que molde este correctamente centrado
33	Conectar pistola a fuente de aire		27					Se desacopla pistola de manguera para soplar en campanas
34	Pasar pistola de aire a compañero que se encuentra en parte trasera de prensa		14	X				Analizar posibilidad de que cada cambiador tenga su propio material
35	Terminar de inspeccionar, con pernos en campana, que molde este correctamente centrado	1	51					Ok
36	Inspeccionar, con flexo metro, que moldes estén centrados correctamente	1	27		X			Ok (necesaria inspección)
37	Retirar codo de cada molde , ya que chocan con protección	1	32	X				Tener listo el codo adecuado en molde
38	Ir a taller a traer codo para tubería	5	16	X				Tener listo el codo adecuado en molde
39	Retirar pernos laterales de molde	1	24					Ok
40	Colocar barras guías en pistones		19		X			Ok
41	Retirar material de prensa (grasa, llaves)		27	X				Realizar limpieza después de realizado el cambio
42	Calibrar guías con adaptador de pistón de bomba hidráulica (cerrar prensa)	2	18					Ok
43	Ajustar pernos con pistola, para acople de campana con molde	5	28					Ok
44	Envolver tuberías con teflón mientras espera a que compañero traiga dos pernos faltantes	2	4	X				Tener listos pernos
45	Ajustar dos pernos faltantes en acople de campana con molde	1	14					Ok
46	Inspeccionar si acople de campana con molde está correcto	1	1					Ok (verificar abierto, cerrado)
47	Abrir prensa parcialmente, calibrar micro en cavidad F24	5	6					Ok(calibrar micro, cambio a molde diferente, cambio carrera)

Continuación Tabla 28. Formato E.C.R.S. Montaje de moldes en prensas B.O.M. (3/3)

48	Abrir prensa		38					Ok
49	Lubricar y colocar pernos en pistón de anillo (Retirar barras guías en pistón de campana) (8 pernos, cuatro barras)	6	50		X			Trabaja uno por cavidad
50	Guardar material en carro		48	X				Realizar limpieza después de realizado el cambio
51	Almuerzo	69	28			X		Asistió a otra prensa después de almuerzo. Almuerzo de 30 min.
52	Preparar material en taller y llevar hasta prensa para continuar con cambio	5	55	X				Colocar candado en materiales por seguridad, para así no tener que trasladar hasta taller para guardar.
53	Colocar tuberías en cavidades F23-F24	3	39		X			Trabajar en equipo uno por cavidad
54	Lubricar y colocar 8 pernos para acoplar base de contenedor con prensa	8	15		X			Trabajar en equipo uno por cavidad
55	Cambiar seriales		53		X			Ok
56	Calibrar Cura	2	48		X			Ok
<b>Tiempo total (min)</b>			<b>257,65</b>					

Aplicación del formato *E.C.R.S.* a la calibración de moldes, en las prensas *B.O.M.*

Tabla 29. Formato *E.C.R.S.* Calibración de moldes en prensas *B.O.M.*

Metodología <i>E.C.R.S.</i> Calibración de moldes en prensas <i>B.O.M.</i>								
Descripción de actividades								
No. Act.	Actividades	Tiempo		Eliminar	Combinar	Reorganizar	Simplificar	Comentarios
		min	S					
1	Abrir prensa		18		X			Un cambiador abre prensa, mientras otro verifica nariz de RAM
2	Verificar pistón (nariz de <i>RAM</i> )		12		X			Ok
3	Cerrar prensa		20		X			Ok
4	Verificar presión de campana en cavidad D23	2	7	X				Tener manómetro listo, a cargo de metrología
5	Abrir prensa, parcialmente		16					Se abre prensa para verificar el tipo de moldes. Tener moldes verificados
6	Tomar especificación, montar llanta en porta llanta		28					Ok
7	Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)		36					Ok
8	Calibrar garras de cargadores de dos cavidades	3	2		X			Un trabajador por cavidad
9	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>		38		X			Un cambiador abre prensa y otro revisa que este correctamente posicionado
10	Ajustar altura de cargador en cavidad D23. Compañero sube y baja cargador (trabajo en equipo)	1	43		X			Trabajo en equipo
11	Calibrar tiempos de ciclo de cura, compañero realiza gimnasia de <i>bladder</i>	4	32					
12	Cerrar prensa		17					
13	Abrir prensa, verificar posición <i>bladders</i>	1	37				X	Trabajo en equipo
14	Cerrar prensa		25				X	Trabajo en equipo
15	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas		30				X	Trabajo en equipo
16	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i> , inflar <i>bladder</i>		51				X	Trabajo en equipo
17	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura		24					
18	Tiempo de cura	23	0					Limpiar prensa, recoger material
19	Abrir prensa		25					
20	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2	23				X	Trabajo en equipo
<b>Tiempo total (min)</b>		<b>44,07</b>						

Con el desarrollo del formato *E.C.R.S.* se han podido analizar las posibles propuestas de mejora para la reducción de tiempos de cambio. En las prensas *B.O.M.*, al igual que en las prensas *N.R.M.* la ejecución de actividades en paralelo ayudaría en sobremanera a la reducción del tiempo, combinando los pasos tanto como sea posible.

El desarrollo previo de todas las actividades que se han considerado como externas resulta crítico también y con la ayuda de un *checklist* que sirva de guía, el trabajo de los miembros del equipo se facilitaría.

### **5.1.2. Estudio de mejora en actividades internas**

Después de haber realizado el estudio previo para obtener la diferenciación entre actividades internas y externas, se procede a analizar una propuesta de mejora en algunas de las actividades internas, para de esta manera, poder tener una reducción en el tiempo del cambio de moldes.

#### **5.1.2.1. Optimización de mecanismos, implementación de nuevas herramientas**

A continuación se realiza una explicación de cada una de las mejoras que se plantea, para que la realización del cambio de moldes se efectúe de una manera más rápida y simple.

- Operaciones en paralelo: Con la realización de operaciones en paralelo, el tiempo de trabajo se reduce considerablemente, ya que los dos trabajadores del equipo intervienen en el cambio de moldes de manera simultánea, apoyándose para que el tiempo en el desarrollo de las actividades y los movimientos necesarios, disminuyan. Para que las actividades en paralelo se puedan llevar a cabo, cada uno de los trabajadores tiene que estar equipado con todas las herramientas necesarias para realizar el cambio, como son los taladros neumáticos, rachas, etc.

Con la determinación del método estándar, se procederá a asignar las actividades correspondientes a cada uno de los trabajadores del equipo, y de

esta manera, poder evidenciar la cantidad de tiempo que se reducirá gracias a esta propuesta.

- **Pre calentamiento de moldes:** En la secuencia de actividades internas para la realización del cambio de moldes, el calentamiento de los mismos resulta de suma importancia, ya que sin esta actividad, la vulcanización no se puede llevar a cabo. Se ha considerado la posibilidad de realizar esta actividad de manera externa, es decir, calentar el molde antes de iniciar el cambio y de esta manera, reducir sesenta minutos al cambio completo.

Para la ejecución del pre calentamiento, se trabaja con un mecanismo muy similar a las prensas de vulcanización, en donde, el molde ya armado, es montado sobre una plataforma que realiza la función de una cocina, es decir, eleva la temperatura del molde hasta llegar a la requerida. Después, cuando se va a empezar a realizar el cambio, se traslada el molde, ya caliente, hacia la prensa. Gracias al equipo de protección personal que ocupan los trabajadores, no existe riesgo alguno. Se conoce que en otras plantas del grupo Continental se realiza una actividad similar.

- **Checklist:** El *checklist* es una ayuda visual que indica a los trabajadores del equipo todos los pasos que tienen que realizar, cuando la prensa todavía no ha parado la producción.

El objetivo del *checklist* es tener todo el equipo listo para la realización del cambio, antes de que este empiece. Con esto, los trabajadores no van a tener que trasladarse al taller cada vez que olviden alguna herramienta, lo cual incluye una pérdida de tiempo.

A continuación se presenta el formato a ocupar como *checklist*:

Tabla 30. Formato de Checklist

<b>Actividades a realizar antes de iniciar el cambio de moldes</b>	
Carro de herramientas con todo el equipo necesario para la realización del cambio: dos taladros neumáticos, ocho pernos de medidas a ocupar, dos rachas, flexo metro.	
Moldes a montar lavados y correctamente armados (Todas las piezas en su sitio)	
Moldes a montar ubicados junto a prensa en donde se va a realizar el cambio	
Montacargas ubicado junto a prensa en donde se va a realizar el cambio	
Seguros de porta llantas retirados	
Manguera de aire a presión conectada	

Antes de parar la prensa para iniciar el cambio, todas las actividades del checklist tienen que estar debidamente completadas.

- Centrado de moldes en prensas: Con la ayuda de una plantilla en la prensa, que represente la posición que el molde debe tomar al momento del montaje, el tiempo de centrado disminuye considerablemente, ya que los trabajadores ya no tienen que centrar el molde mediante intuición y suerte, sino con una guía visual que les indica en qué posición exacta el molde tiene que estar.

Se plantea tener un dibujo en la base de la prensa, con el diámetro del molde a montar, para que de esta manera pueda actuar como un dispositivo a prueba de error.

- Mejora en pernos: La mejora en los pernos hace referencia al lijado de la parte superior de los mismos, la cual, no influye en la unión de las piezas. Con esto, la reducción del tiempo necesario para realizar el ajuste de los mismos, se reduce, ya que no es necesario dar tantas vueltas para apretarlos.

Estas son todas las mejoras ideadas para las actividades internas del presente estudio de tesis, a continuación se proceden a documentar las mejoras en las actividades externas.

### **5.1.3. Estudio de mejora en actividades externas**

Una vez que se han presentado propuestas de mejora en algunas de las actividades internas, se procede a realizar un estudio de las actividades externas del cambio de moldes, para posteriormente plantear una propuesta de mejora en las mismas.

#### **5.1.3.1. Estudio del área de preparación de moldes**

Las actividades externas del cambio, se llevan a cabo en el área de preparación de moldes, en donde, se procede a tener los moldes completamente listos para la realización del cambio. A continuación se presenta una descripción de las actividades externas, para la realización del cambio de moldes y el tiempo que toma cada una de ellas.

- Desarmado de moldes: Una vez que los moldes han sido bajados de la prensa y transportados al área de moldes, se procede a desarmarlos para el lavado, es decir, se despiezan completamente. El tiempo total de desarmado tiene una duración de 35,04 minutos. A continuación se presenta el tiempo necesario para el desamado de cada una de las partes de los moldes:
  - Desensamble de araña, para moldes de prensas *N.R.M*: Se retiran seis pernos que unen la araña con el plato superior. Esta actividad tiene un tiempo de 2,44 minutos.
  - Desensamble de adaptador, para moldes de prensas *B.O.M*: Se retiran seis pernos que unen al adaptador de bomba con el plato superior. Esta actividad tiene un tiempo de 3,14 minutos.

- Desensamble de contenedor con plato inferior: Se retiran dos pernos que unen al plato inferior con el contenedor. Esta actividad tiene una duración de 1,78 minutos.
  - Desensamble de plato superior: Se retiran dieciocho pernos que unen el plato superior con el contenedor. Esta actividad toma un tiempo de 13,63 minutos.
  - Desensamble de nueve segmentos de rodamiento: Para desensamblar los nueve segmentos, se retiran dieciocho pernos, dos de cada uno, que los unen con los porta-segmentos. Esta actividad tiene un tiempo total de 15,38 minutos.
  - Desensamble plato inferior: Se retiran seis pernos que unen a plato inferior. Esta actividad tiene un tiempo de 1,84 minutos.
- Limpieza de plato superior e inferior en máquina de arena: Una vez que el molde ha sido desarmado, los platos superior e inferior son trasladados hacia la máquina de arena, en donde se lavan en un tiempo de 21,32 minutos. Después de ser lavados se almacenan para posteriormente, volver a ocuparse en el armado del molde.
  - Limpieza de segmentos con máquina de CO<sub>2</sub>: Después de desarmar el molde, los nueve segmentos se trasladan hacia el cuarto en donde se encuentra la máquina de CO<sub>2</sub>, para aquí, lavar uno por uno. El lavado de los nueve segmentos requiere de un tiempo total de 56,55 minutos.
  - Limpieza de micro-ventilas de segmentos: Las micro ventilas son pequeñas perforaciones que tiene cada uno de los segmentos del rodamiento, las cuales tienen que limpiarse una por una con la ayuda de una aguja y de un taladro neumático. Cada segmento cuenta con un total de 200 micro-ventilas, y toma un total de 205,86 minutos limpiar todas las micro-ventilas de los nueve segmentos.

- Armado de moldes: Una vez que todas las partes han sido lavadas, se procede a armar el molde. Esta actividad tiene un total de 54,42 minutos, como se presenta a continuación:
  - Ensamble de plato inferior: Para el ensamble del plato inferior con la tapa inferior, se atornillan seis pernos. Esta operación tiene una duración de 3,67 minutos.
  - Ensamble de nueve segmentos: Se colocan nueve segmentos en los porta-segmentos, en total se atornillan dieciocho pernos con una duración de 23,07 minutos.
  - Ensamble de contenedor con plato inferior: Para el ensamble del contenedor con el plato inferior, se colocan dos pernos, en un tiempo de 2,62 minutos.
  - Ensamble de plato superior con contenedor: En la unión del plato superior con el contenedor, se atornillan dieciocho pernos. Esta actividad tiene un total de 18,34 minutos.
  - Ensamble de araña con plato superior: Para la unión de la araña con el plato superior, se requieren seis pernos. El tiempo total de esta actividad es de 4,71 minutos.
  - Ensamble de unión a bomba con plato superior: Para el ensamble de la unión a bomba se colocan seis pernos, con un tiempo total de 5,76 minutos.
- Almacenamiento de moldes: Una vez que el molde ha sido armado, con la ayuda de un montacargas, es almacenado en estantes. Esta actividad tiene una duración de 11,56 minutos.
- Lavado de moldes en prensas, con máquina de CO<sub>2</sub>: A más de las actividades anteriormente descritas, el equipo del área de moldes también realiza la actividad de lavar moldes en prensas.

En el lavado de moldes en prensas, los trabajadores trasladan la máquina de CO<sub>2</sub> hacia la prensa que esté presentado problemas debido a suciedad. El lavado se efectúa mientras el molde está todavía montado en la prensa.

Esta actividad se presenta con una frecuencia de dos veces por día y tiene una duración de 1,95 horas.

#### **5.1.3.2. Mejora en actividades externas**

Después de haber definido cada una de las actividades que se realizan en el área de preparación de moldes, se procede a realizar un análisis de las mismas, de tal manera, que su ejecución pueda realizarse en un tiempo inferior.

A continuación se presentan propuestas de mejora en la preparación de moldes.

- Acondicionamiento de pernos: debido a la cantidad de pernos que se involucran en el armado y desarmado de moldes, el acondicionamiento de los mismos resulta de mucha importancia. La mejora en los pernos, para realizar el acondicionamiento consiste en dos pasos:

El primero es el lijado de la parte superior de los pernos, ya que el verdadero agarre que se tiene entre el perno y las piezas de acople, se encuentra en los primeros pasaderos de los mismos y no en los de la parte superior. De esta manera, el número de vueltas que se tiene que hacer girar a los pernos, disminuye, y con esto, el tiempo apretado, también.

Dividir el contorno de los pernos en seis partes y cortar tres de ellas, con esta mejora, las operaciones de aflojamiento y apretamiento, se reducen a un solo giro, de esta manera el tiempo empleado, se reduce considerablemente.

- Equipo extra: La incorporación de una nueva máquina de CO<sub>2</sub> ayudaría en sobremanera al área de preparación de moldes, ya que, debido a que ésta es usada para el lavado de segmentos y también para el lavado de moldes en prensas, en muchas de las ocasiones, no se encuentra libre para el uso.

- Inclusión de personal especial al área de moldes: Como se pudo analizar en la descripción de actividades, la limpieza de ventilas toma una cantidad excesiva de tiempo y no requiere de un esfuerzo mayor.

En la actualidad, la empresa cuenta con personal de especiales condiciones que podría desempeñar esta actividad sin ninguna restricción, consiguiendo así disminuir el tiempo de realización de la misma en una alta cantidad de tiempo.

Con la propuesta de trabajar con personal especial, se da por concluido el estudio de mejora en actividades del cambio de moldes; a continuación se realiza la asignación, de las actividades ya mejoradas, a cada uno de los miembros del equipo, para de esta manera, presentar un método propuesto que logre reducir el tiempo total de cambio de moldes.

#### **5.1.4. Asignación de actividades y balance de cargas de trabajo**

Para la asignación de actividades y balance de cargas de trabajo se procede a desarrollar un método propuesto de trabajo en cada uno de los cambios, en donde, los dos trabajadores del equipo interactúan en paralelo, realizando las actividades de manera simultánea.

Nótese que el tiempo total de cada uno de los cuadros presentados a continuación no se define con el tiempo de la persona que tiene el mayor tiempo de participación total, sino por la sumatoria de la selección de tiempos más largos de cada par de actividades realizadas en paralelo. A continuación se presentan los cuadros con la asignación de actividades a cada uno de los trabajadores del cambio de moldes en las prensas de vulcanización *B.O.M.*

Asignación de actividades en el desmontaje de moldes en prensas B.O.M.

Tabla 31. Asignación de actividades. Desmontaje de moldes en prensas B.O.M.(1/2)

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Cerrar llaves de vapor y agua	0,88			0
2	Cavidad1: Aflojar cuatro pernos ubicados en pistón de campana	0,65	0,65	Cavidad2: Aflojar cuatro pernos ubicados en pistón de campana	1
3	Cavidad1: Retirar cuatro pernos que unen plato inferior con prensa	0,82	0,82	Cavidad2: Retirar cuatro pernos que unen plato inferior con prensa	2
4	Expulsar pistón de campana, cerrar prensa $\frac{3}{4}$	0,85	0,57	Tomar herramientas, dirigirse a parte trasera de prensa	3
5	Terminar de cerrar prensa	0,40	3,42	Retirar manguera de agua caliente y tuberías	4
6	Cavidad 1 y 2: Retirar cuatro pernos de parte delantera de campanas	0,70	0,70	Cavidad 1 y 2: Retirar cuatro pernos de parte trasera de campanas	5
7	Abrir prensa, ya con contenedores desacoplados de prensa	0,65	0,65	Regresar a parte delantera	6
8	Cavidad 1: Tomar y lubricar dos pernos. Unir contenedor y <i>side-wall</i> inferior con dos pernos	1,30	1,30	Cavidad 2: Tomar y lubricar dos pernos. Unir contenedor y <i>side-wall</i> inferior con dos pernos	7
9	Subir a montacargas y cuadrarse para tomar molde	1,83	1,28	Cavidad 1: Colocar dos ganchos y barra en molde	8
10	Cavidad 1: Tomar molde con montacargas y acomodar en carro junto a prensa	1,67	1,28	Cavidad 2: Colocar dos ganchos y barra en molde	9

Continuación Tabla 31. Asignación de actividades. Desmontaje de moldes en prensas *B.O.M.*(2/2)

11	Cuadrarse en montacargas para tomar molde en Cavidad 2	1,50	1,28	Retirar ganchos y barra de molde bajado	10
12	Cavidad 2: Tomar molde con montacargas y acomodar en carro junto a prensa, sobre molde previamente bajado	1,67	1,28	Colocar ganchos en molde a subir	11
		Tiempo por Trabajador	12,92	13,23	Tiempo por Trabajador
		Diferencia de tiempo entre trabajadores	0,32		
		Tiempo Total de Desmontaje de Molde	15,65		

El tiempo propuesto para el desmontaje de moldes, en las prensas *B.O.M.* es de 15,65 minutos, es decir un total de 18,83 minutos menos que en el tiempo actual.

Asignación de actividades en el montaje de moldes en prensas B.O.M.

Tabla 32. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas B.O.M.(1/2)

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Cavidad 1: Cuadrarse con montacargas y tomar molde	1,38	0,97	Cavidad 1: Limpiar base de prensa con lija	1
2	Cavidad 1: Colocar molde	3,20	3,20	Ayudar a colocar molde correctamente	2
3	Cavidad 1: Terminar de cuadrar molde correctamente	2,78	2,78	Cavidad 1: Ayudar a compañero a terminar de cuadrar molde correctamente	3
4	Bajar de montacargas, subir a prensa con machuelos	0,75	0,48	Cavidad 1: Retirar ganchos de molde	4
5	Cavidad 1: Limpiar pistón de prensa con machuelos	2,47	0,97	Cavidad 2: Limpiar base de prensa con lija	5
6			1,28	Cavidad 2: Colocar ganchos y barra en molde a subir	6
7	Cavidad 2: Empezar a limpiar pistón de prensa	1,18	1,83	Cavidad 2: Subir a montacargas, tomar molde y cuadrarse	7
8	Cavidad 2: Ayudar a centrar molde en prensa	2,23	2,23	Cavidad 2: Colocar molde en prensa	8
9	Cavidad 2: Terminar de limpiar pistón de prensa	1,69	0,60	Retirar montacargas, bajarse	9
10	Cavidad 2: Limpiar campanas con lija y aire a presión	1,49	1,49	Cavidad 1: Limpiar campanas con lija y aire a presión	10
11	Cerrar prensa	0,90	0,90	Tomar Herramientas a utilizar	11
12	Disminuir altura de campana, con racha, en Cavidad 1	9,42	9,42	Ayudar a compañero a disminuir altura de campana, con racha, en Cavidad 1	12
13	Descanso para tomar agua	7,00	7,00	Descanso para tomar agua	13
14	Ayudar a compañero a disminuir altura de campana, con racha, en Cavidad 2	11,32	11,32	Disminuir altura de campana, con racha, en Cavidad 2	14
15	Descanso para tomar agua	3,00	3,00	Descanso para tomar agua	15
16	Verificar, mediante entrada de pernos en campana, que molde este correctamente centrado en Cavidad 1	2,87	2,87	Verificar, mediante entrada de pernos en campana, que molde este correctamente centrado en Cavidad 2	16
17	Abrir prensa	0,75	0,75	Tomar barras para colocar en pistones	17
18	Cavidad 1: Retirar dos pernos laterales que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1,40	1,40	Cavidad 2: Retirar dos pernos laterales que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	18
19	Cavidad 1: Colocar dos barras guías en pistón de campana	0,42	0,42	Cavidad 2: Colocar dos barras guías en pistón de campana	19
20	Cerrar prensa supervisando que encajen correctamente barras en contenedor	0,58	0,58	Supervisar que barras encajen correctamente en contenedor	20
21	Lubricar cinco pernos para colocar en unión de campana con molde	3,66	3,94	Lubricar tres pernos y trasladarse a parte trasera de prensas con pistola	21
22	Colocar cuatro pernos, en parte frontal, que unen dos campanas con dos contenedores	5,47	5,47	Colocar cuatro pernos, en parte trasera, que unen dos campanas con dos contenedores	22
23	Abrir prensa	0,47	0,47	Regresar a parte delantera	23
24	Cavidad 1: Retirar dos barras guías de pistón de campana	0,58	0,58	Cavidad 2: Retirar dos barras guías de pistón de campana	24
25	Cavidad 1: Lubricar y colocar cuatro pernos que unen pistón de anillo	4,02	4,02	Cavidad 2: Lubricar y colocar cuatro pernos que unen pistón de anillo	25
26	Guardar material en carro y dirigirse a almuerzo. Posteriormente abrir carro y tomar material nuevamente	40,00	40,00	Guardar material en carro y dirigirse a almuerzo. Posteriormente abrir carro y tomar material nuevamente	26
27	Cavidad 1: Lubricar y colocar ocho pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	4,13	4,13	Cavidad 2: Lubricar y colocar ocho pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	27
28	Cavidad 1: Cambiar serial	0,88	0,88	Cavidad 1: Cambiar serial	28

Continuación Tabla 32. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas *B.O.M.*(2/2)

29	Recoger material	2,80	2,80	Calibrar cura	29
	Tiempo por Trabajador	116,84	115,78	Tiempo por Trabajador	
	Diferencia de tiempo entre trabajadores	-1,06			
	Tiempo Total de Montaje de Molde	117,77			

El tiempo propuesto para el montaje de moldes, en las prensas *B.O.M.* es de 117,77 minutos, es decir un total de 139,88 minutos menos que en el tiempo actual.

Asignación de actividades en la calibración del cambio de moldes en prensas B.O.M.

Tabla 33. Asignación de actividades. Calibración de moldes en prensas B.O.M.

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Cavidad 1: Montar llanta en porta llantas	0,47	0,47	Cavidad 2: Montar llanta en porta llantas	1
2	Cavidad 1: Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)	0,60	0,60	Cavidad 2: Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)	2
3	Cavidad 1: Calibrar garras de cargador	1,74	1,74	Cavidad 2: Calibrar garras de cargador	3
4	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>	0,63	0,25	Prepararse para ajustar altura de cargadores	4
5	Calibrar altura de cargador. (Subir y bajar cargador)	1,72	1,72	Ajustar altura de cargador	5
6	Calibrar tiempos de ciclo de cura	4,53	4,53	Realizar gimnasia de <i>bladder</i>	6
7	Verificar posición de <i>bladders</i>	1,62	1,62	Verificar posición de <i>bladders</i>	7
8	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas	0,58	0,58	Inspeccionar que carga de llantas este correcto	8
9	Inflar <i>bladders</i>	0,85	0,85	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i>	9
10		0,40	0,40	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura	10
11	Tiempo de cura	23,00	23,00	Tiempo de cura	11
12			0,42	Abrir prensa	12
13	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2,38	2,38	Inspeccionar llantas vulcanizadas	13
Tiempo Total		38,53	38,56	Tiempo Total	
Tiempo Total de Calibración Final		38,94			

El tiempo propuesto para la calibración en el cambio de moldes, en las prensas B.O.M. es de 38,94 minutos, es decir un total de 5,13 minutos menos que en el tiempo actual.

A continuación se presenta un cuadro con el resumen total de tiempos del cambio de moldes en las prensas de vulcanización *B.O.M.*

Tabla 34. Resumen de tiempos de la asignación de actividades en el cambio de moldes de prensas *B.O.M.*

<b>Resumen de tiempo con el método propuesto en prensas <i>B.O.M.</i></b>	
Desmontaje de <i>Bladders</i>	10,00
Desmontaje de Moldes	15,65
Montaje de Moldes	117,77
Montaje de <i>Bladders</i>	10,00
Calibración Final	38,94
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>192,36</b>
<b>Tiempo total (horas)</b>	<b>3,21</b>

El tiempo propuesto para el cambio de moldes en las prensas *B.O.M.*, es de 3,21 horas, es decir, gracias a las propuestas de mejora, un tiempo menor de 3,73 horas con respecto al actual.

A continuación se presentan los cuadros con la asignación de actividades, a cada uno de los trabajadores, del cambio de moldes en las prensas de vulcanización *N.R.M.*

Asignación de actividades en el desmontaje de moldes en prensas *N.R.M.*

Tabla 35. Asignación de actividades. Desmontaje de moldes en prensas *N.R.M.*

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Cerrar llaves de vapor y agua	0,88			1
2	Cavidad 1: Retirar nariz de <i>RAM</i>	0,85	0,85	Cavidad 2: Retirar nariz de <i>RAM</i>	2
3	Abrir prensa totalmente	0,87	0,87	Tomar taladro neumático	3
4	Cavidad 1: Retirar cuatro pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	0,58	0,58	Cavidad 2: Retirar cuatro pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	4
			0,45	Asistir a parte trasera de prensa	5
			2,40	Retirar tuberías de vapor y agua	6
5	Cerrar prensa	0,87			
6	Retirar cuatro pernos (dos por campana) ubicados en parte delantera, que unen campana con contenedor	1,28	1,28	Retirar cuatro pernos (dos por campana) ubicados en parte trasera, que unen campana con contenedor	7
7	Abrir prensa, con campanas desacopladas de contenedores	0,42	0,42	Regresar a parte delantera	8
8	Cavidad 1: Aflojar pernos, con dado, que sujetan pistón a molde	0,40	0,40	Cavidad 2: Aflojar pernos, con dado, que sujetan pistón a molde	9
9	Cavidad 1: Retirar seguro de pistón con llave de cadena	0,53	0,53	Cavidad 2: Retirar seguro de pistón con llave de cadena	10
10	Cavidad 1: Tomar herramientas y colocar dos pernos que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1,13	1,13	Cavidad 2: Tomar herramientas y colocar dos pernos que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	11
11	Subir a montacargas y cuadrarse para tomar molde ubicado en Cavidad 1	1,83	1,28	Tomar dos ganchos y barra y colocar en molde de Cavidad 1	12
12	Tomar molde ubicado en Cavidad 1, con montacargas, y colocar en carro ubicado junto a prensa	1,67	1,28	Tomar dos ganchos y barra y colocar en molde de Cavidad 2	13
13	Cuadrarse para tomar molde ubicado en Cavidad 2	1,83	1,28	Bajar de prensa y retirar dos ganchos y una barra ubicados en molde bajado	14
14	Tomar molde ubicado en Cavidad 2, con montacargas, y colocar en carro ubicado junto a prensa	1,67	1,28	Colocar ganchos en molde a subir	15
		Tiempo por Trabajador	14,80	14,02	Tiempo por Trabajador
		Diferencia de tiempo entre trabajadores	0,78		
		Tiempo Total de Desmontaje de Molde	17,65		

El tiempo propuesto para el desmontaje de moldes, en las prensas *N.R.M.* es de 17,65 minutos, es decir un total de 20,47 minutos menos que en el tiempo actual.

Asignación de actividades en el montaje de moldes en prensas N.R.M.

Tabla 36. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (1/2)

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Cuadrarse y tomar molde a colocar en Cavidad 1	0,87	3,18	Limpiar bases de prensas con lija y aire	1
2	Colocar dos ganchos y una barra en molde para colocar en Cavidad 2	1,28			
3	Colocar molde en Cavidad 1	1,40	1,40	Ayudar a colocar correctamente molde en Cavidad 1	2
4	Centrar correctamente molde en Cavidad 1	1,05	1,05	Centrar correctamente molde en Cavidad 1	3
5	Tomar con montacargas molde, ubicado en carro, para Cavidad 2	0,87	1,28	Retirar dos ganchos y barra de molde ubicado en Cavidad 1	4
6	Colocar molde en Cavidad 2	1,40	1,40	Ayudar a colocar correctamente molde en Cavidad 2	5
7	Centrar correctamente molde en Cavidad 2	1,05	1,05	Centrar correctamente molde en Cavidad 2	6
8	Ubicar montacargas junto a prensas	0,78	0,78	Tomar llave de cadena	7
9	Cavidad 1: Activar seguro contratuerca, con llave de cadena	1,90	1,90	Cavidad 2: Activar seguro contratuerca, con llave de cadena	8
10	Tomar "seguros" para colocar en pistón	0,30	0,30	Tomar "seguros" para colocar en pistón	9
11	Cavidad 1: Colocar "seguros" (dado) en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	4,42	4,42	Cavidad 2: Colocar "seguros" (dado) en pistón. Terminar de centrar correctamente posición de moldes en prensa	10
12	Cerrar completamente campanas	1,85	1,85	Verificar que pernos encajen perfectamente entre campana y contenedor	11
13	Abrir prensa	0,47	0,47	Alistar racha para disminuir altura de campana	12
14	Cavidad 1: Retirar dos pernos que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	1,88	1,88	Cavidad 2: Retirar dos pernos que unen contenedor con <i>side-wall</i> inferior	13
15	Cerrar prensa	0,47	0,47	Colocar, junto a prensa, pernos retirados de contenedores	14
16	Cavidad 1: Disminuir, con racha, altura de campana	11,57	11,57	Cavidad 1: Disminuir, con racha, altura de campana	15
17	Descanso	6,00	6,00	Descanso	16
18	Cavidad 2: Disminuir, con racha, altura de campana	15,43	15,43	Cavidad 2: Disminuir, con racha, altura de campana	17
19	Descanso	3,00	3,00	Descanso	18
20	Lubricar ocho pernos a colocar en unión de campanas con contenedor	1,50	1,50	Trasladarse a parte trasera, con pistola	19
21	Colocar cuatro pernos, en parte delantera, que unen campanas con contenedores	4,50	4,50	Colocar cuatro pernos, en parte trasera, que unen campanas con contenedores	20
22	Abrir 3/4 de prensa, tomar dos narices de RAM, dar una a compañero	1,50	1,50	Regresar a parte delantera	21
23	Cavidad 1: Ensamblar nariz del RAM a prensa	1,33	1,33	Cavidad 2: Ensamblar nariz del RAM a prensa	22
24	Abrir prensa	0,47	1,83	Tomar pernos para unión de <i>side-wall</i> inferior y prensa, y empezar a lubricar	23
25	Ayudar a terminar de lubricar pernos para unión de <i>side-wall</i> inferior con prensa	1,37			24
26	Cavidad 1: Colocar cuatro pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	2,50	2,50	Cavidad 2: Colocar cuatro pernos que unen <i>side-wall</i> inferior con prensa	25

Continuación Tabla 36. Asignación de actividades. Montaje de moldes en prensas N.R.M. (2/2)

27	Cavidad 1: Colocar serial	0,88	0,88	Cavidad 2: Colocar serial	26
28	Calibrar cura	2,80	2,80	Recoger Material	27
Tiempo por Trabajador		72,82	74,27	Tiempo por Trabajador	
Diferencia de tiempo entre trabajadores		-1,44			
Tiempo Total de Desmontaje de Molde		74,27			

El tiempo propuesto para el montaje de moldes, en las prensas *N.R.M.* es de 74,27 minutos, es decir un total de 66,30 minutos menos que en el tiempo actual.

Asignación de actividades en la calibración del cambio de moldes en prensas *N.R.M.*

Tabla 37. Asignación de actividades. Calibración de moldes en prensas *N.R.M.*

No. Act.	Persona1		Persona2		No. Act.
	Actividad	Tiempo	Tiempo	Actividad	
1	Abrir prensa	0,30			
			0,23	Verificar nariz de <i>RAM</i>	1
2	Cerrar prensa	0,43			
3	Cavidad 1: Montar llanta en porta llantas	0,47	0,47	Cavidad 2: Montar llanta en porta llantas	2
4	Cavidad 1: Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)	0,60	0,60	Cavidad 2: Verificar garras de cargador.(Bajar cargador y tomar llantas, verificar y volver a dejar llantas)	3
5	Cavidad 1: Calibrar garras de cargador	1,74	1,74	Cavidad 2: Calibrar garras de cargador	4
6	Abrir prensa, bajar cargadores hasta depositar llantas en <i>bladders</i>	0,63	0,25	Alistar para ajustar altura de cargadores	5
7	Calibrar altura de cargador. (Subir y bajar cargador)	1,72	1,72	Ajustar altura de cargador	6
8	Calibrar tiempos de ciclo de cura	4,53	4,53	Realizar gimnasia de <i>bladder</i>	7
9	Verificar posición de <i>bladders</i>	1,62	1,62	Verificar posición de <i>bladders</i>	8
10	Cargar llantas verdes en prensa, retirar porta llantas	0,58	0,58	Inspeccionar que carga de llantas este correctamente	9
11	Inflar <i>bladders</i>	0,85	0,85	Verificar ubicación de llantas en <i>bladder</i>	10
12		0,40	0,40	Cerrar prensa e iniciar ciclo de cura	11
13	Tiempo de cura (realizar recolección de material ocupado)	23,00	23,00	Tiempo de cura (realizar recolección de material ocupado)	12
14			0,42	Abrir prensa	13
15	Inspeccionar llantas vulcanizadas	2,38	2,38	Inspeccionar llantas vulcanizadas	14
		Tiempo Total	39,26	38,79	Tiempo Total
		Tiempo Total de Desmontaje de Molde	39,53		

El tiempo propuesto para la calibración en el cambio de moldes, en las prensas *N.R.M.* es de 39,53 minutos, es decir un total de 23,79 minutos menos que en el tiempo actual.

A continuación se presenta un cuadro con el resumen total de tiempos del cambio de moldes en las prensas de vulcanización *N.R.M.*

Tabla 38. Resumen de tiempos de la asignación de actividades en el cambio de moldes de prensas *N.R.M.*

<b>Resumen de tiempo con el método propuesto en prensas <i>N.R.M.</i></b>	
Desmontaje de <i>Bladders</i>	10,00
Desmontaje de Moldes	17,65
Montaje de Moldes	74,27
Montaje de <i>Bladders</i>	10,00
Calibración Final	39,53
<b>Tiempo total (minutos)</b>	<b>151,44</b>
<b>Tiempo total (horas)</b>	<b>2,52</b>

El tiempo propuesto para el cambio de moldes en las prensas *N.R.M.*, es de 2,52 horas, es decir, gracias a las propuestas de mejora, un tiempo menor de 2,85 horas con respecto al actual.

Después de haber realizado el método propuesto de trabajo para cada uno de los cambios, se concluye el estudio de la metodología *S.M.E.D.* en el cambio de moldes de las prensas de vulcanización de la empresa Continental Tire Andina S.A. En el siguiente capítulo se realiza un análisis de las mejoras en producción y los beneficios empresariales que la compañía tendría debido a la aplicación de la metodología *S.M.E.D.* al cambio de moldes, entre ellos, la reducción en el tiempo de producción de neumáticos.

## CONCLUSIONES

Con la implementación de las propuestas de mejora, se evidencia una reducción de tiempo en cada uno de los cambios de moldes y con esto, una disminución en el tiempo de producción de neumáticos. A continuación se presenta, en conclusión, una evaluación de la cantidad de tiempo disminuido con las propuestas, en cada uno de los cambios de moldes.

- Checklist: Como se mencionó anteriormente, el checklist permite comprobar que estén realizadas todas las actividades que se pueden desarrollar previamente al cambio. Con la utilización del checklist, los cambios se han visto reducidos en 68,18 minutos en las prensas *B.O.M.* y en 62,65 minutos en las prensas *N.R.M.*
- Precalentamiento de moldes: Con la implementación de las prensas de precalentamiento, el proceso de cambio de moldes se reduce en 60 minutos para las prensas *B.O.M.* y de igual manera para las prensas *N.R.M.*
- Actividades en paralelo: Después del desarrollo del método de cambio, asignando a cada trabajador tareas que se puedan realizar en secuencia, para así poder disminuir las esperas y agilizar el proceso, el tiempo total disminuido para el cambio de moldes en las prensas *B.O.M.* es de 3,73 horas y en las *N.R.M.* es de 2,85 horas.

Después de analizar el tiempo reducido con cada una de las propuestas de mejora se concluye que el tiempo total de cambio de moldes:

- Para las prensas *N.R.M.* ha disminuido de 5,37 horas a 2,52 horas.
- Para las prensas *B.O.M.* ha disminuido de 6,94 horas a 3,21 horas.

Es decir, los tiempos de producción se han reducido, causando un incremento total de 67 llantas por día en prensas *B.O.M.* y de 51 llantas por día en prensas *N.R.M.* Este número de llantas por día en ventas representa un total de 7769.66 dólares. A más de tener un incremento en producción y ventas, gracias a la implementación de la metodología *S.M.E.D.* en el cambio de moldes, la empresa se beneficiaría aumentando su flexibilidad teniendo la posibilidad de responder, de una manera rápida, a una demanda cambiante, ya que con la reducción del tiempo en el cambio de moldes la capacidad en cambios por día se incrementa, de tres a seis.

Después de realizar el estudio se sabe que el cambio de moldes en prensas de vulcanización tiene un amplio margen para la mejora, mas la metodología no debería centrarse solo en un área de la empresa, ya que el objetivo total es el de eliminar completamente los tiempos muertos en todas las estaciones de trabajo.

Para llegar a conseguir estos objetivos, el primer paso consistiría en cambiar la mentalidad de la gente de toda la organización, en donde, cada uno de los integrantes debe entender claramente cuales son los objetivos que se buscan y la importancia del correcto desempeño del trabajo en todas las áreas de la empresa.

## RECOMENDACIONES

Una vez concluido el trabajo de tesis, se puede evidenciar la importancia de la aplicación de la metodología *S.M.E.D.*, no solo en el cambio de moldes, sino también en cualquier tipo de proceso que sea considerado como restricción debido a los cambios presentes para pasar de la fabricación de un producto a la de otro diferente.

La principal recomendación que se podría presentar, es tener presente que las ideas más importantes que puedan surgir para la mejora, están en la gente de planta que trabaja cada día en las máquinas, ya que, ellos son los expertos conocedores del proceso, de los problemas que se puedan presentar y de las oportunidades de mejora que se puedan realizar.

No se puede despreciar la oportunidad de capacitar a toda la gente que va a estar presente en los cambios, ya que ellos son los que realmente determinarán el éxito del proyecto. Si podemos trabajar en equipo, teniendo una meta clara y juntando los conocimientos de la metodología con los del proceso, existiría una sinergia sumamente alta, teniendo como resultado inevitable, la drástica reducción en los tiempos de cambios.

## BIBLIOGRAFÍA

- CHICO, Marcelo; MALO, Gustavo; ZABALA, Darwin; MACHUCA, Alberto; VARGAS, César . *ERCO 50 años de historia*. Cuenca, 2012.
- CORONEL, Iván. *Ingeniería de Métodos*. Material de Estudio. Cuenca, 2010.
- GARCIA, Fernando. *Las 5S's + S.M.E.D*. Quito, 2004.
- HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas*. Madrid: Pearson Prentice Hall, 2008.
- HEIZER, Jay; RENDER Barry. *Dirección de la producción y operaciones. Decisiones estratégicas*. Madrid: Pearson Prentice Hall, 2010.
- HODSON, William. *Manual del Ingeniero Industrial*. México: McGraw-Hill/Interamericana, S.A, 1996.
- NOORI, Hamid; RADFORD, Russell. *Administración de Operaciones y Producción*. Bogota: McGraw-Hill Interamericana, S.A., 1997.
- REINSCH, Steffen. *S.M.E.D; Quick Changeover*. Cuenca, 2013.
- SEKINE, Kenichi; ARAI, Keisuke. *Kaizen for Quick Changeover*. New York: Productivity Press, 1992.
- SHINGO, Shingo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System (Productivity Press)*. New York: Productivity Press, 1985.