

# ESTUDIO DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS FERROVIARIOS DE LA EMPRESA “JOSÉ VALDÉS REYES”.

MSc. David Delgado Rodríguez<sup>1</sup>, Ing. Geidy Arencibia Franquiz<sup>2</sup>, Adianet Fernández Mendoza<sup>3</sup>, Dr.C Dianelys Nogueira Rivera<sup>4</sup>

1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.31/2, Matanzas, Cuba. [david.delgado@umcc.cu](mailto:david.delgado@umcc.cu)
2. Universidad de Matanzas – Sede “Juan Marinello”, Matanzas, Cuba. [geidy.arencibia@umcc.cu](mailto:geidy.arencibia@umcc.cu)
3. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. [adianet.fernandez@est.umcc.cu](mailto:adianet.fernandez@est.umcc.cu)
4. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, Matanzas, Cuba. [dianelys.nogueira@umcc.cu](mailto:dianelys.nogueira@umcc.cu)

## Resumen

La presente investigación se desarrolló en el proceso de reparación de equipos ferroviarios en la línea de reparación de vagones tolvas y góndolas de la Empresa Industrial Ferroviaria “José Valdés Reyes”, con el objetivo de desarrollar un estudio de organización del trabajo que permita conocer la capacidad productiva del taller y facilite la identificación de las reservas de productividad que inciden en el incumplimiento del plan de reparación. A partir del modelo de simulación es posible conocer, bajo las condiciones tecnológicas y organizativas existentes en la línea de reparación de vagones, la empresa necesita de un aumento de la capacidad en las brigadas de pailería, truck, neumático y pintura para alcanzar el plan de producción previsto. No obstante, las aplicaciones de las técnicas de estudio de métodos demuestran que, si se reordenan las actividades en los puestos de trabajo y se eliminan aquellas que no agregan valor, es posible aumentar el ritmo de producción.

**Palabras claves:** Capacidad; Organización del trabajo; Simulación; Producción; Proceso.

---

## Introducción

El ser humano ha logrado evolucionar a través de los años y sobreponerse al resto de las especies por su capacidad de inteligencia y razonamiento. En su trayectoria evolutiva ha sido capaz de tomar control de los recursos de la naturaleza destinándolos para el uso que estime más conveniente, aunque para ello ha tenido que desarrollar métodos, técnicas y herramientas capaces de transformar dichos recursos en productos de gran utilidad. Debido a las limitaciones de realización de las tareas por un solo individuo, en estos procesos de transformaciones, se hace necesaria la conformación de un colectivo de personas donde cada cual tiene destinado una fase del proceso productivo, que contribuye a la obtención del producto final.

El proceso transformador se torna complejo en ocasiones debido a la intervención de gran cantidad de personas, recursos y materiales. Por ello es sumamente importante tener control de todos los factores que interactúan en una organización, para lo cual se hace necesario la realización de estudios que garanticen el adecuado funcionamiento de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la misma. Todo en función de la satisfacción del cliente y para esto un principio fundamental es el enfoque basado en procesos, logrando una buena organización del trabajo que permitan sobrevivir y crecer ante los continuos cambios que se presentan hoy.

Entre las ventajas de realizar una correcta organización del trabajo se pueden enmarcar: la disminución del tiempo de procesamiento, los desperdicios y los reprocesos, que contribuyan a una mayor eficiencia en la actividad. También suministra los métodos para distribuir la carga de trabajo de una manera más equitativa entre los equipos y los trabajadores garantizando la marcha armónica del flujo de producción, lo cual solo se logra cuando existe un proceso lo más balanceado posible.

Cuba no se encuentra excepta de dicha competencia, por lo que a partir de 1959 con el triunfo de la Revolución fueron creadas las premisas para la organización del trabajo de forma generalizada, durante el de cursar de los años ha sufrido sus altas y bajas debido a los distintos cambios que fueron sucediendo como la implantación del bloqueo y más tarde la llegada del Período Especial. Con la puesta en marcha del perfeccionamiento empresarial se dejó claro que todos los mecanismos existentes debían apuntar al incremento de la productividad y a la organización del trabajo, llevada a cabo con precisión y sistemáticamente, siendo este el único camino para solucionar los problemas existentes.

Las instituciones cubanas sometidas al proceso de perfeccionamiento, deben realizar estudios del trabajo, sustentados por la aplicación de técnicas, herramientas nuevas y factibles que permitan establecer la mejor manera de ejecutar las actividades al menor tiempo posible, lo cual juega un papel primordial, pues de ella dependen en gran medida el desempeño del resto de los sistemas empresariales, y propicia el cumplimiento de la función principal de toda empresa.

El sector empresarial en el transporte fue uno de los primeros en sufrir modificaciones ya que el ferrocarril fue insertado en Cuba en 1837, convirtiéndose en el primer país de los dominios de España en tener la importante línea férrea, el segundo de América y el séptimo en el mundo (Fuentes, 2014). Después del triunfo en 1959 el nuevo gobierno encabezado por Fidel Castro creó los Ferrocarriles Nacionales de Cuba, al nacionalizar el sector privado y unificarlo con el público preexistente.

En estos tiempos, los medios (locomotoras, vagones, y otros accesorios) que están en servicio se encuentran en muy mal estado por tanto como parte de las actuales medidas para el desarrollo de la economía nacional está la reanimación del transporte ferroviario dándole cumplimiento al Lineamiento 272 (Partido Comunista de Cuba, 2016), se plantea la necesidad de disponer de equipos para pasajeros en distancias cortas y medianas para el uso suburbano y la reparación de equipos dado el precio elevado de estos equipos en el mercado internacional.

La Empresa Industrial Ferroviaria (EIF) “José Valdés Reyes” (JVR) se encuentra ubicada en el municipio de Cárdenas. Dicha entidad en los primeros años de la década de los 40, se conocía como los Talleres Llorca, en ella se realizaban trabajos de mecánica y tornería, además contaba solamente con 7 trabajadores. La mayor parte del trabajo consistía en reparaciones de toda índole a los carros de los antiguos Únicos y Especiales de Cárdenas, que en ocasiones utilizaban la nave para guardar algunos de esos carros, convirtiéndose en un garaje alquilado a determinadas empresas.

Después de sufrir una contracción en sus producciones y cambios en sus elaboraciones, la empresa entra en un proceso de reanimación enfocado en la reparación de equipos ferroviarios y la inversión en la construcción de coches para pasajeros mediante colaboración con Rusia, inversión que se empieza a gestar desde finales de 2011 y principios de 2012.

Durante el 2016 se ponen en práctica una serie de normas y procedimientos que responden a los Programas de Perfeccionamiento, Recuperación y Desarrollo del Sistema Ferroviario. Según autoridades del sector, han funcionado con lentitud e inestabilidad, pues no se pudieron ejecutar las inversiones previstas para la reparación y reposición del material rodante, la modernización de las instalaciones de talleres, Centros de Carga y Descargas, la reparación y modernización de la infraestructura vial y otras actividades, debido en lo fundamental a situaciones con la contratación, aspectos organizativos y de dirección (Ministerio del transporte, 2017).

En el año 2017 Cuba firmo contrato con Rusia para la compra y reparación de locomotoras, suministro de piezas y equipos, entrenamiento y asistencia técnica a fin de modernizar el transporte ferroviario en la Isla. Según lo convenido, compañía rusa Sinara (2017) proporcionará 75 locomotoras diésel de la marca TGM entre 2017 y 2021, a razón de 15 equipos anuales, y asegurará la reparación general de igual cifra de máquinas que integran el parque de la Unión de Ferrocarriles de Cuba (UFC).

Sin embargo, la empresa, a pesar de dichos avances carece de un estudio de organización del trabajo y en los últimos tiempos se encuentra afectado el cumplimiento del plan de producción en el taller de reparaciones de equipos ferroviario. Por lo que es de gran interés para los directivos de la empresa resolver los problemas que le ocasionan dichos incumplimientos, ya que es uno de los principales servicios que se brinda de su cartera de productos y pone en riesgo su postura en el mercado nacional. Dado el caso anterior se hace necesario un estudio de organización del trabajo que revele la capacidad actual del proceso y sus reservas de productividad para el cumplimiento del plan de reparación de equipos ferroviarios, además de servir de base para generar una planificación hacia a tras entre los distintos talleres que componen la empresa.

## **Desarrollo**

De la implementación de procedimientos para realizar estudios de organización del trabajo se hacen consultas tales como: Maynard (1996), Durán (2007), Nieves (2008), García (2009), Marsán (2011) y Bernal y Ramos (2012), los cuales están encaminados a realizar estudios de aprovechamiento de la jornada laboral y productividad, con el fin de identificar problemas y causas que inciden sobre la eficiencia del proceso de construcción. También se hace consulta de Enríquez (2013) y Delgado (2016) donde se toma el procedimiento planteado a seguir para la organización del trabajo, la diferencia es que su estudio se basa en la línea de ensamble de la empresa JVR y este estudio se realiza en el servicio de reparación, por lo que se utilizan otras técnicas y herramientas para la investigación por las características del proceso productivo.

Para determinar otras variables que inciden en el proceso de reparación se diseña un procedimiento en la búsqueda de las técnicas y herramientas a utilizar en la investigación, donde se incluye como herramienta fundamental la modelación matemática (simulación), con el objetivo de estudiar el comportamiento del sistema mediante un modelo computarizado que permita realizar experimentos y evaluar varias estrategias, para lo cual se estudia una serie de metodologías existentes en la elaboración de un proyecto de simulación. Entre las consultadas se encuentran: Puche (2005), Insua (2008), Kelton y Sadowski (2008), Teilans et al. (2008), Bratley et al. (2011), Coss (2011), Nawara y Hassanein (2013) y Vitoriano (2013).

Se conforma el procedimiento a seguir para el estudio de la organización del trabajo, el cual es una guía para determinar las posibles reservas que inciden en la reparación ferroviaria y en función de los resultados establecer propuestas de mejora, también se realiza una evaluación de las propuestas de mejora y se verifica el impacto en el flujo de producción.

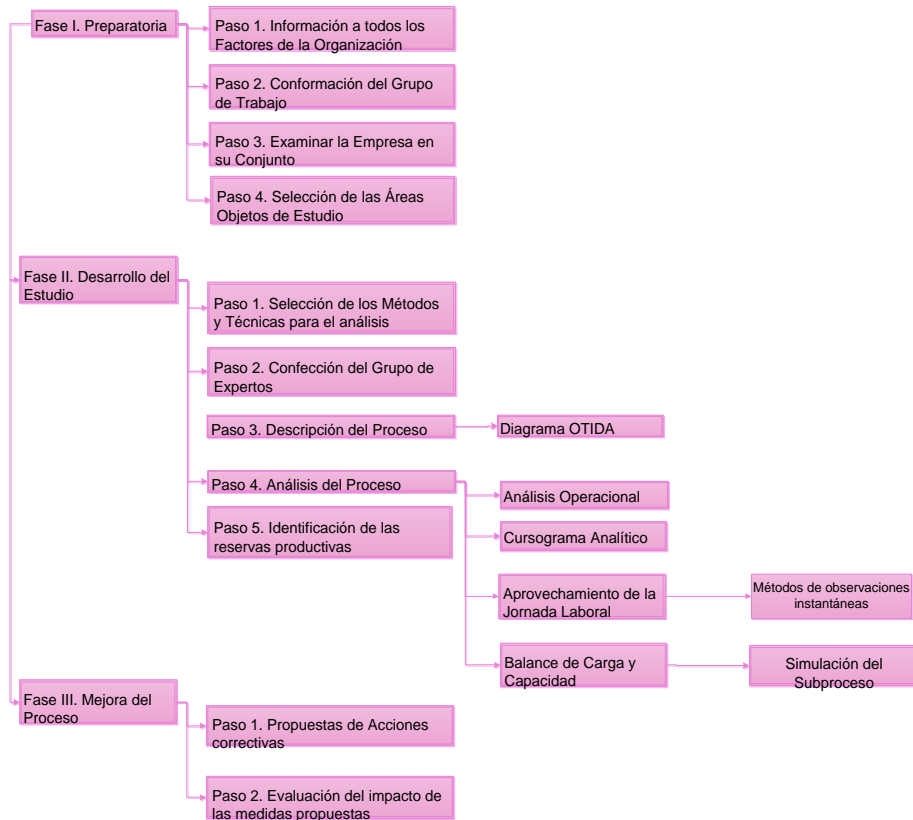


Figura 1. Procedimiento para el estudio de organización del trabajo en el proceso de reparación de equipos ferroviarios.

Fuente: Elaboración propia.

### Fase I: Preparatoria

#### Paso 1. Información a todos los factores de la organización

En reunión con todos los factores de la unidad y el órgano de dirección se explica el trabajo que se desea realizar, donde se expone la importancia de la organización del trabajo en todos los puestos que conforman el proceso. En esta reunión se hace ver la necesidad de la cooperación activa de todos los trabajadores para el desarrollo de la investigación, y garantizar el compromiso con el estudio a realizar en el taller de reparaciones, puesto que determinan en gran medida la articulación de la empresa.

#### Paso 2. Conformación del equipo de trabajo

Para la realización del trabajo en el taller de reparaciones, se conforma un grupo de trabajo compuesto por las personas que se relacionan en la tabla 1:

Tabla 1. Grupo de trabajo.

<b>Cargo</b>	<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Nivel escolar</b>
<b>Director UEB Producción y Reparaciones</b>	María Esther Montero Valdez	Nivel superior
<b>Jefe de taller de reparaciones</b>	María Cristina Morales Gonzales	Nivel medio superior
<b>Especialista superior mecánico</b>	Pedro Lázaro Carrillo Cárdenas	Ingeniero Mecánico
<b>Estudiante de 5<sup>to</sup> año de Ingeniería Industrial</b>	Adianet Fernández Mendoza	Nivel medio superior

Fuente: Elaboración propia.

Estas personas son seleccionadas por presentar disposición para cooperar en la realización de la investigación, contar con conocimientos sobre las características, documentos y manejo de la toma de decisiones en la entidad.

### Paso 3. Examen de la empresa en su conjunto

La información sobre la empresa en su conjunto es esencial para averiguar qué posibilidades existen.

La empresa JVR tiene como propósito principal producir, reparar y comercializar equipos ferroviarios como son plataformas portacontenedores, plataformas universales, tolvas para cereales, jaulas para caña, góndolas y vagones tolvas, por lo que se pretenden reparar un total de 180 equipos para este año 2018, donde se destacan como productos principales los dos últimos mencionados.

La góndola en el lenguaje del mundo minero-metalúrgico, corresponde a la denominación de un tipo de carro o vagón de acero, abierto en la parte superior para recibir carga de minerales o concentrados. Para descargar el material, pueden bajarse (abrirse) las barandas laterales o, presentar en la parte inferior unas compuertas que se abren, previo estacionamiento en una especie de puente, ubicado dentro del local del depósito o almacén de minerales o concentrados.

La tolva es considerada un dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados. En muchos casos, se monta sobre un chasis que permite el transporte. Generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y

la descarga se realiza por una compuerta inferior. Son muy utilizadas en agricultura, en construcción de vías férreas y en instalaciones industriales.

Además, en la entidad se construyen puertas y ventanas de aluminio y galvanizado. Para ampliar su cartera de productos introduce los vagones jaulas para ganado, los trabajos a terceros con la elaboración de moldes para pisos, vigas para techos y contratos con Porcino para la conformación de jaulas que beneficien el traslado de los cerdos, donde se hace necesaria la implantación del maquinado por control numérico por computadora, reflejándose de esta manera el crecimiento de la misma.

A través de la relación de los indicadores económicos referidos en la tabla 2 que se muestra a continuación se puede realizar una valoración sobre el comportamiento de la empresa.

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores económicos en la Empresa Industrial Ferroviaria “José Valdés Reyes” al cierre del año 2017.

Indicadores	Acumulado		
	Plan	Real	%
<b>Ventas Totales</b>	9 763 515.60	9 897 445.51	101.37
<b>Costo de Venta</b>	7 333 083.06	7 096 901.78	96.78
<b>Promedio de Trabajadores</b>	289	230	79.58
<b>Fondo de Salario</b>	2 182 540.00	2 134 583.99	97.80
<b>Valor Agregado</b>	4 050 408.00	4 040 400.70	99.75
<b>Productividad</b>	15 284.56	16 976.47	111.07
<b>Salario Medio Mensual</b>	686.33	747.40	108.90
<b>Gasto Salario / Valor agregado</b>	0.5388	0.5283	98.05
<b>Plan de Reparación de Vagones</b>	166	146	87.95
<b>Utilidad o Pérdida del período</b>	263 200.00	280 576.16	106.60

Fuente: Elaboración propia.

Aunque se aprecia una situación favorable en la mayoría de los indicadores, se incumple en el plan de reparación, por lo que se hace preciso un aumento en el ritmo de reparación de vagones para alcanzar el cumplimiento del encargo estatal de la empresa y así contribuir al desarrollo del sector ferroviario.

#### Paso 4: Selección del área objeto de estudio

Luego de tener una visión general de la empresa, de sus productos y procesos, determina si se analizan todos los procesos o si se debe seleccionar alguno, evidentemente analizar todos los procesos es una tarea de gran envergadura y requiere tiempo, para seleccionar el área de estudio se enfoca la investigación en el proceso fundamental de la empresa, el cual brinda la mayor oportunidad de realizar el estudio de organización del trabajo por los problemas existentes, con la aplicación del procedimiento propuesto.

Dentro de la variada oferta brindada en el año 2018 en el taller de reparaciones se hace necesaria la selección del objeto de estudio, lo cual fue posible mediante el Diagrama de Pareto, mostrándose en la tabla 3 los productos más representativos con un efecto económico.

Tabla 3. Diagrama de Pareto.

<b>Cartera de productos</b>	<b>Cant. de vagones reparados (u)</b>	<b>Ingreso promedio (\$)</b>	<b>Efecto Económico (u/\$)</b>	<b>%</b>	<b>% Acum</b>
<b>Góndolas</b>	65	90 000	5 850 000	42.78	42.78
<b>Tolvas para azúcar</b>	50	85 000	4 250 000	31.08	73.86
Jaulas para ganado	40	55 000	2 200 000	16.09	89.95
Tolvas silocereal	15	55 000	825 000	6.03	95.98
Jaulas para caña	10	55 000	550 000	4.02	100
Total			13 675 000	100	

Fuente: Elaboración propia.

Representando el 73.86% de los 180 vagones a reparar se encuentra las tolvas para azúcar y las góndolas por lo que son considerados los principales productos. Siendo estos los más representativos para el taller, donde cabe destacar que contienen la mayoría de los subprocesos.

## Fase II. Desarrollo del estudio

### Paso 1: Selección de los métodos y técnicas para el estudio

En el estudio del proceso de reparación de los vagones principales, se realiza un estudio de aprovechamiento de la jornada laboral mediante la técnica de muestreo del trabajo en la búsqueda de fuentes de desaprovechamiento, y un balance de carga y capacidad para determinar con él las capacidades de reparación de los vagones principales. Además, para la realización de un análisis de la utilización de recursos en el proceso se realiza un Análisis operacional, Diagrama de flujo, de Gantt y un Cursograma analítico para una posible reorganización del flujo de proceso. En la determinación de los principales problemas y sus causas se utilizan técnicas como tormentas de ideas, coeficiente de competencia, método Kendall y el diagrama Causa-Efecto.

### Paso 2: Confección del grupo de expertos

El proceso de selección de los expertos se realiza teniendo en cuenta su conocimiento y experiencia, estos factores se validan a través del llamado coeficiente de competencia Oñate (1988), el cual se determina de acuerdo con la opinión del experto acerca del tema



tratado, sus conocimientos, el nivel de actualización y las fuentes que le permiten comprobar su valoración.

En la tabla 4 se hace referencia a un grupo de personas seleccionadas teniendo en cuenta su conocimiento y años de experiencia sobre el tema abordado, permitiendo brindar cualquier criterio o valoración sobre el mismo, además de contar con la clasificación ocupacional requerida.

Tabla 4. Posible grupo de expertos.

No	Nombre	Cargo	Años de experiencia
1	María Esther Montero Valdez	Director UEB Producción y Reparaciones	29
2	Pedro Lázaro Carrillo Cárdenas	Especialista Superior Mecánico	28
3	María Elena Suarez Baro	Técnico “A” en Gestión de los Recursos Humanos	34
4	Dagoberto Riera Griego	Jefe de Brigada de Corte y Conformado, Operario de máquina	30
5	Jorge Pelayo Himely	Jefe de Brigada de Maquinado, Operario de máquina herramienta “A”	30
6	Pedro A. Céspedes Torres	Jefe de Brigada de Subconjunto, Pailero “A”	30
7	Juan Ignacio Ventosa Forves	Jefe de Brigada de Desarme y Ensamble de Truck, Mecánico “A” de truck	16
8	María Cristina Morales González	Jefe del taller de reparaciones	3
9	Martín Chang Hernández	Especialista “C” en Gestión de la Calidad	5

Fuente: Elaboración propia.

La validación de los coeficientes de conocimiento y el coeficiente de argumentación con respecto a los expertos seleccionados se realiza a través del llamado coeficiente de competencia, cuyos resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la aplicación del coeficiente de competencia.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
<b>Kc</b>	0.773	0.782	0.665	1	0.982	1	0.819	0.828	0.706
<b>Ka</b>	0.92	0.82	0.8	0.8	1	0.88	0.8	0.94	0.74
<b>K</b>	0.846	0.801	0.733	0.9	0.991	0.94	0.8095	0.884	0.723

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la determinación del coeficiente de competencia quedan seleccionados 7 expertos cuyo coeficiente es superior a 0.8 y menor que 1; dichos resultados avalan la composición y solidez de los conocimientos del comité.

### Paso 3. Descripción del proceso

Este paso consiste en la representación del proceso a estudiar, se registra analíticamente todos los hechos relativos al método de trabajo existente; y se elabora un diseño gráfico donde se figure cada una de las operaciones de forma detallada para una mejor comprensión del mismo.

Para la descripción tanto de los vagones tolvas como las góndolas, siendo estos los productos principales en la reparación de equipos ferroviarios, se tienen en consideración que el taller cuenta con 5 subprocesos (pailería y desmantelo incluyendo techo, truck, enganche, neumático, terminación) y cada uno de ellos está representado por una brigada y en el caso de pailería por dos, sustentado en general por una masa de 64 obreros (6 jefe de brigada, 11 paileros, 16 soldadores, 1 pailero-soldador, 2 grueros, 19 mecánicos, 2 ayudantes, 1 estabilizador, 1 limpiador y 5 pintores). Es válido aclarar que en cada brigada de esta investigación los trabajadores se dividen en parejas (1 soldador y 1 mecánico o 1 pailero y 1 soldador) donde ambos trabajan en la reparación de un mismo equipo.

#### Descripción de la Góndola:

Se inicia el proceso de reparación de Góndolas con la llegada del equipo al taller donde se realiza una defectación inicial por los técnicos, quienes están capacitado para detectar cualquier fallo que presente el equipo y reportarlo a los jefes de brigada. Luego es ejecutada la limpieza por la brigada de pailería donde se retira todo el escombros y suciedad que se encuentra en el piso. Al instante se efectúa el desmantelo por la brigada de pailería de las partes y piezas (portón frontal, estribo, agarraderas frontales, piso, apoyo al piso en la viga central, esquineros, paños laterales, travesaños, semipuentes, parte interior de la viga lateral y por último el desmantelo de la viga frontal y la parte interior). A continuación la brigada de Truck procede a desmontar el truck, el cual es trasladado al área de dicho nombre a través del montacargas, efectuándose la limpieza, reparación de las partes dañadas y pintura del mismo. En paralelo a estas actividades trabaja la brigada de neumáticos donde ejecuta primeramente el desmantelo del sistema de freno, una vez retirada toda la tubería central es remplazada por una nueva para dar seguridad al equipo, pasando por un proceso de corte, doblado y el roscado de los tubos. Al mismo tiempo la brigada de Enganche procede al desmontaje y traslado del sistema enganche con ayuda de la grúa traspaleta al área de enganche para ser reparada y luego es trasladada nuevamente al área de pailería con el mismo equipo. En coordinación con las brigadas anteriores la brigada de pailería continua su labor pero en esta ocasión con el montaje de cada una de las partes y piezas. Corresponde luego el montaje del sistema de tracción y choque con ayuda de la grúa viajera por la brigada de Enganche. Posterior a ello la brigada de Neumático realiza el montaje de los soportes y tuberías, luego la adaptación del sistema de neumáticos lo que conlleva a la

prueba con el LUNANJON y el ajuste del mismo. Detrás, la brigada de pintura ejecuta el raspado y limpieza de la góndola, para aplicar la pintura anticorrosiva y el esmalte final, concluyendo con el rotulado. Luego se procede al montaje del sistema de rodamiento y la estabilización del equipo por parte de la brigada de truck con ayuda de la grúa viajera. Para finalizar el proceso cuando llega la locomotora para transportar las góndolas al patio, el equipo de neumáticos realiza la prueba de freno final, ajustándose así aquellos defectos que no pudieron ser detectados por el LUNANJON y se realiza una inspección final de conformidad. Para obtener una visión más clara del proceso se muestra un diagrama OTIDA en la figura 2.

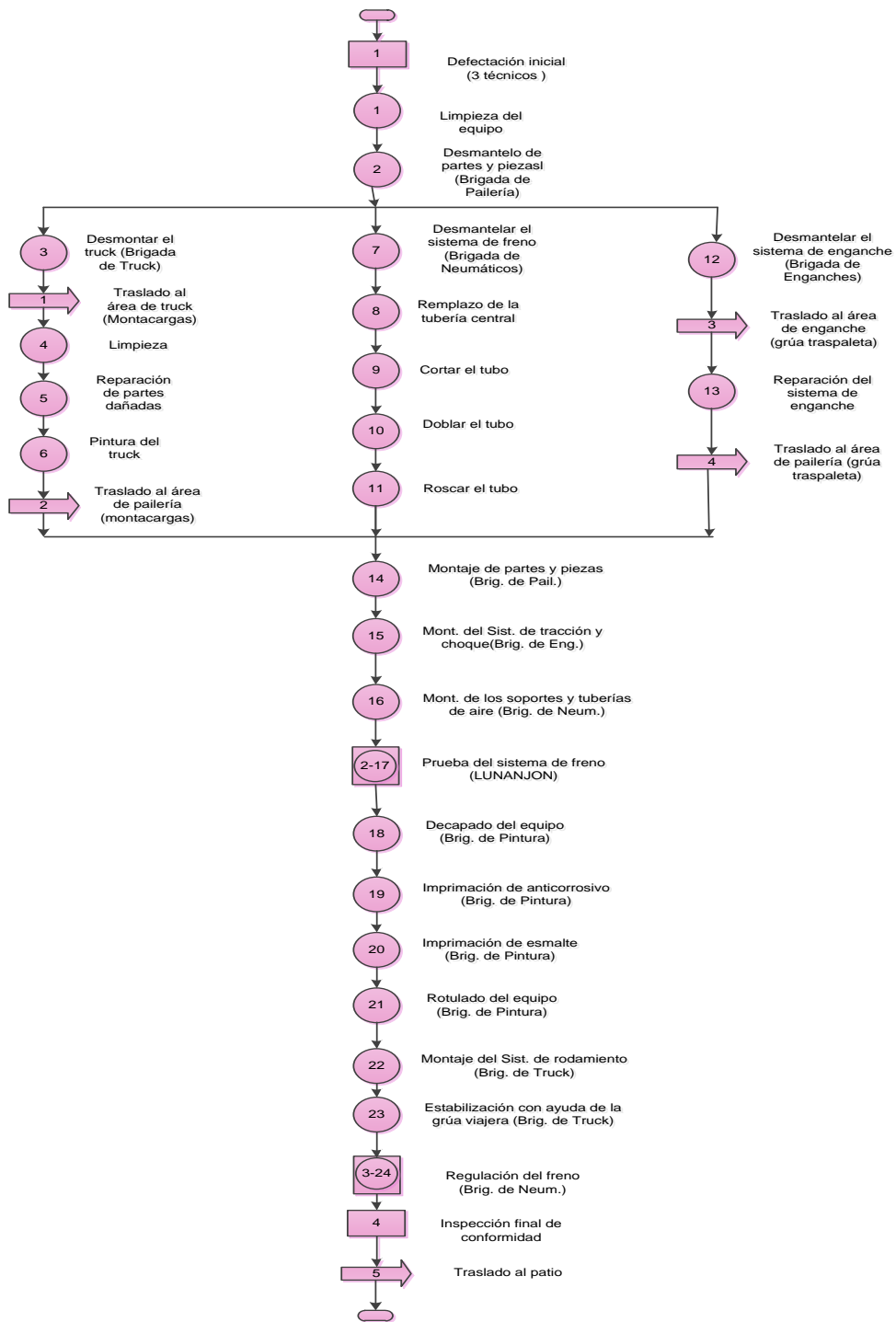


Figura 2. Diagrama de flujo de la góndola.

Fuente: Elaboración propia.

## Descripción de la Tolva:

La reparación de vagones tolvas comienza con el arribo del equipo al taller de reparaciones, seguidamente se realiza la defecación inicial por 1 jefe de brigada y 2 técnicos, en la cual se detalla todos los problemas que presenta la misma y las reparaciones necesarias a realizar. Luego la limpieza del equipo, donde se prevé que queden libres de polvo, azúcar y otras suciedades en las siguientes partes: interior y exterior de las tolvas, embudo en compuertas de descarga, pasillo, plataforma de paso, escalera y los trucks. Consecutivamente se realiza el desmantelado en el área de pailería por la brigada de pailería (1 pailero y 1 soldador), donde luego cada brigada (Neumático, Truck y Enganche) realizan el desmantelo y ejecutan las actividades correspondientes a las deficiencias detectadas, para ser incorporadas todas las piezas en la misma área donde se realizó el desmantelo. Posteriormente se realiza el montaje de elementos estructurales (mecanismos de descarga, compuertas, techo, pasillo, piso, estribo, escalera, baranda, agarradera), seguido a ello acontece una inspección estructural. Luego ocurre el montaje del sistema de freno, seguido de una inspección. Inmediatamente se pone en marcha el montaje de tracción y choque el cual es inspeccionado, con un reproceso del 3%. Cuando todo se encuentra en óptimas condiciones pasa al decapado del equipo, posteriormente a la imprimación de anticorrosivo, luego a la imprimación de esmalte y por último una inspección de acabado superficial. Pasado esto se realiza el montaje del sistema de rodamiento y luego a la estabilización del equipo por el jefe de brigada de truck. Para posteriormente realizar la regulación de freno y realizar una inspección final de conformidad, donde el equipo es trasladado al área de equipos reparados o patio del taller. En aras de obtener una mejor comprensión del proceso se confecciona un diagrama de flujo OTIDA.

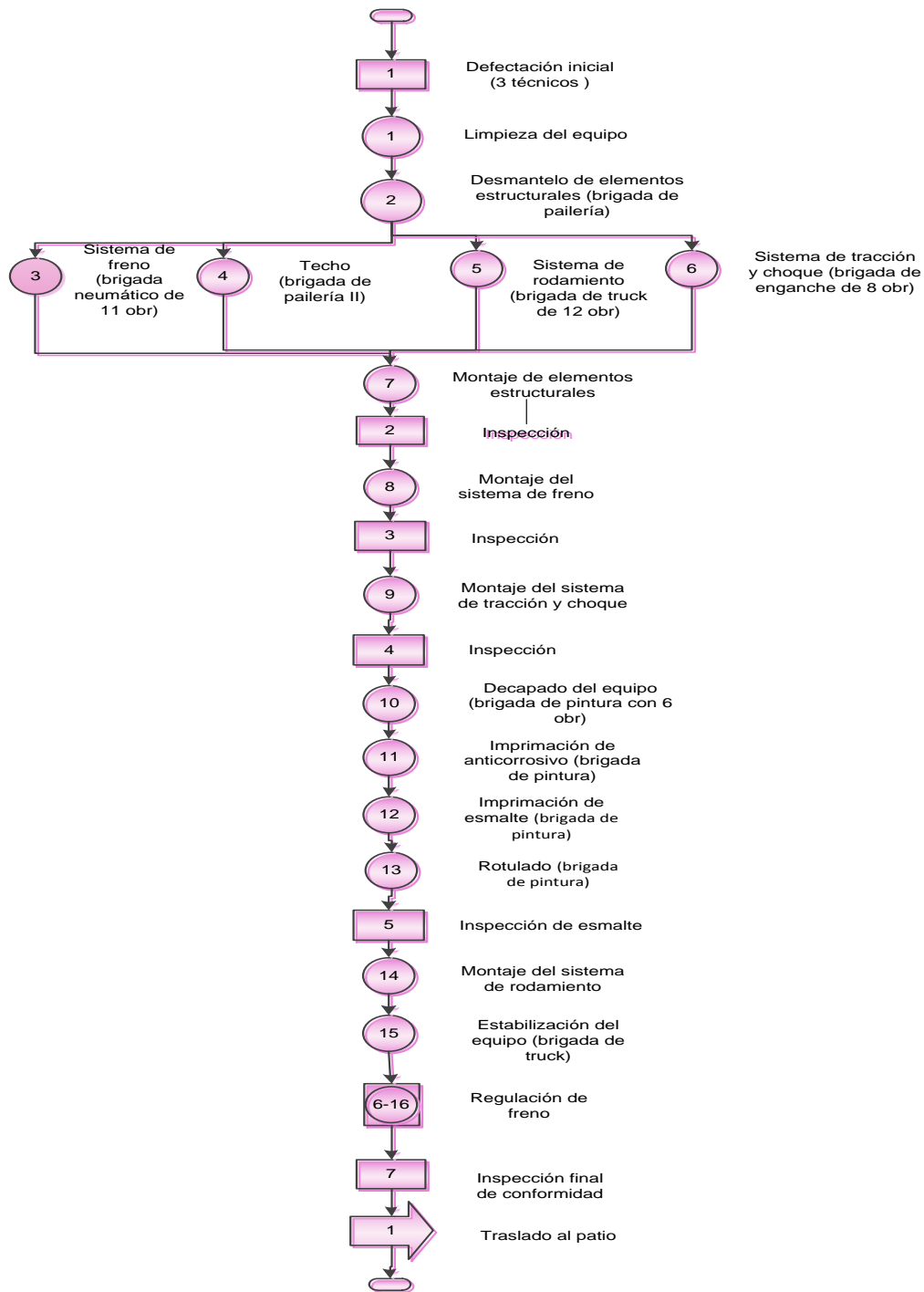


Figura 3. Diagrama de flujo de la tolva taino.

Fuente: Elaboración propia.

## Paso 4: Análisis del proceso

A través del trabajo grupal con los expertos, la revisión de documentos y la observación directa se realiza el análisis operacional y se confecciona el Cursograma analítico para el estudio de la reparación de los equipos ferroviarios principales (tolva y góndola).

### Paso 4.1: Resultados del Análisis operacional

A cada una de las operaciones que componen el diagrama OTIDA del proceso de reparación de tolvas y góndolas se le realiza un análisis operacional, para ello se tuvo en cuenta un grupo de interrogantes correspondientes a los enfoques primarios de análisis. A partir de los resultados del análisis operacional se evidencia que todas las actividades agregan valor al proceso y ninguna se puede eliminar.

En cuanto a la limpieza del equipo (operación 1) se puede unir a otra operación teniendo en cuenta que la tolva es desmantelada en partes y piezas donde cada brigada realiza los arreglos correspondientes, y los mismos se encargan de que estén libres de cualquier suciedad para que las soldaduras queden con la calidad requerida, por lo que esta actividad sería luego del desmantelo. En el caso de la góndola, la operación 1 (limpieza), no puede unirse a otra, producto a la suciedad con que llegan al taller y se hace necesario en la mayoría de los casos perforar el piso para poder extraer los escombros y la tierra que contienen. De realizarse dicha operación se selecciona un horario (fin de semana o al finalizar la jornada) en que los obreros no trabajaran en ella para que el proceso de secado se realice adecuadamente y no interrumpa la jornada laboral.

Todas las operaciones son necesarias en la tolva excluyendo el techo, ya que en ocasiones se encuentran en buen estado y no es necesario desmontarlo para una reparación.

En el área de pailería es donde se ejecutan todas las actividades influyendo esto en la incomodidad de los trabajadores para realización de su labor ya que en ocasiones tienen que mover los equipos hasta dicha área y desplazarse largas distancias. La pintura por otra parte no queda con la calidad necesaria pues no se realizan en el área de la capilla sino en el mismo lugar donde se desarrollan otros subprocesos debido a problemas con el medio de transporte de los equipos ferroviarios, por tal motivo en estos momentos esa área se encuentra inutilizada.

La operación del montaje del sistema de tracción y choque o enganche puede realizarse antes, a la par o después del montaje del sistema de freno ya que estas actividades no tienen nada en común y cada una se realiza en lugares diferentes del equipo.

La posibilidad de automatización se encuentra en las actividades del montaje del sistema de freno (operación 8), donde el taller no cuenta con una terraja eléctrica móvil ni una máquina oxicorte por lo que dependen de otra brigada para que realicen el corte y es trasladado las tuberías hacia el torno para realizar las roscas. El montaje del sistema de

tracción y choque debe contar con gatos hidráulicos que les permita sostener con una precisión exacta el cabezote disminuyendo así el tiempo de uso de la grúa viajera. Mientras que el decapado del equipo y las etapas de pintura pueden realizarse en cámaras diferentes donde una máquina retire toda la pintura y óxido que contenga el equipo y en la otra se ejecuta la pintura en general. Para realizar el rotulado se puede utilizar una plantilla plástica o de metal que le permita usarlas en varios equipos, desechando de esta forma la de cartón.

En el montaje del sistema de rodamiento es necesario una Vitola que les permita medir el espacio entre el cangrejo y el puente.

Ninguna de las operaciones del proceso están aseguradas por lo que tienen necesidad de mejorarlas, en cuanto adquirir los equipos antes mencionados y los siguientes: conjuntos de soldaduras, mechas de corte, presillas, cepillos de metal, espátulas, guantes, orejeras, pistolas con sistemas de pulverización AIRLESS o de vaso y gomas macizas para el montacargas, además de dar mantenimiento a los instrumentos de trabajo y equipos que ya poseen.

#### Paso 4.2: Resultados del Cursograma analítico

Para dar continuidad al estudio, se interpretan los resultados obtenidos del empleo del Cursograma analítico a la brigada en el proceso de reparación de enganches y la brigada de neumático, en el que se ejemplifica la desorganización existente en las operaciones, para ello se hizo necesario profundizar en las actividades propias de los subprocesos.

Con el empleo de la técnica resultó inoportuno luego de realizada la inspección de calidad en la reparación de enganches levantar los cabezotes con planchitas soldadas y rellenar las muelas con soldadura, ya que son actividades que no agregan valor al proceso, al contrario incrementan el tiempo de procesamiento del equipo y pueden ser eliminadas, pues de realizar el relleno y rectificado de los componentes correctamente, al igual que el montaje del enganche se hacen innecesarias estas dos actividades.

En cuanto al subproceso de neumático en la actividad de reparación del sistema de freno existe un incremento del tiempo de ejecución por el traslado de las tuberías hacia el torno donde se realizan las roscas de dichas tuberías, en cambio de colocar la terraja eléctrica en el área de neumáticos se podrían realizar las roscas y poder rectificarlas en un menor tiempo ya que no dependen de un traslado de 300 metros, ni de un equipo que es utilizado con otros fines.

#### Paso 4.3: Resultados del estudio de aprovechamiento de la jornada laboral

Se decide efectuar dentro de la organización del trabajo, un estudio del aprovechamiento de la jornada laboral (JL) para conocer el comportamiento de ésta entre las distintas brigadas y detectar las principales causas de desaprovechamiento.



Se parte de un muestreo del trabajo de siete días iniciales a cada brigada en su puesto de trabajo. Se trabajó con un nivel de precisión de  $\pm 5\%$  y un nivel de confianza del 95%. Este estudio se realiza a la reparación de tolvas por ser el producto que se reparaba en el momento de la investigación, no obstante es válido resaltar que dichas brigadas son las mismas que ejecutan el proceso de reparación de la góndola. La jornada laboral en el taller de reparaciones es de 480 minutos, inicializándose a las 7:00 am y se extiende hasta las 4:00 pm, con un tiempo de descanso para merienda de 10:00 am a 10:30 am y el horario de almuerzo es de 11:00 am a 12:00 pm.

Para apreciar la localización de las áreas se muestra la distribución espacial en la figura 4 y los 2 tipos de recorridos (R1 y R2) utilizados en el estudio.

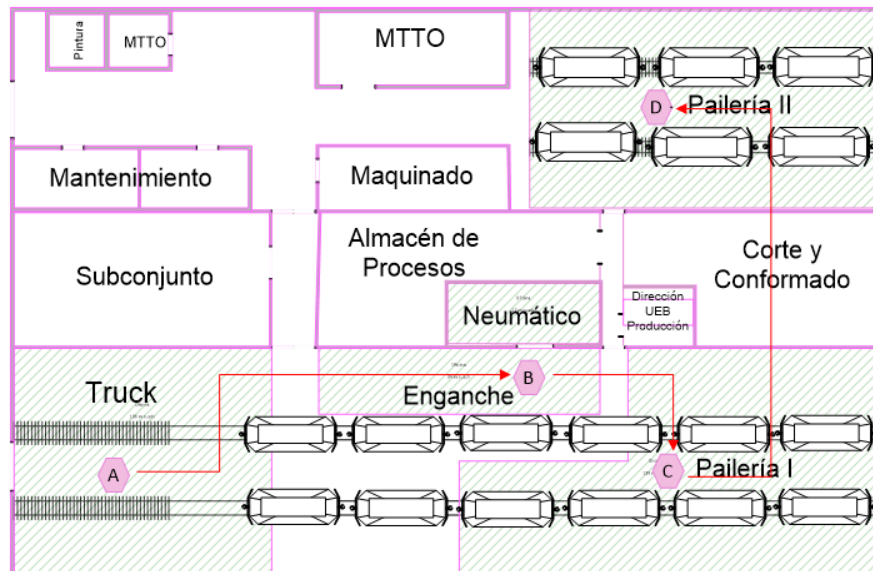


Figura 4. Distribución en planta del taller de reparaciones.

Fuente: Elaboración propia.

El recorrido R1 comienza en el punto de observación A para observar la brigada de truck, seguidamente se avanza hasta el punto de observación B para apreciar primeramente a la brigada de enganches y posteriormente a la brigada de neumáticos, inmediatamente se avanza al punto de observación C donde se puede ver con mayor claridad a la brigada de pailería I, a continuación se avanza al punto de observación D para ver a la brigada de pailería II, pero también se observa a cada una de las restantes brigadas incluyendo la de pintura ya que es en esta área o en la anterior donde laboran la mayor parte del tiempo los trabajadores.

El recorrido R2 comienza en el punto D observando a todas las brigadas en especial la de Pailería II, seguido a ello se pasa al punto C observando a la brigada de Pailería I en

conjunto con todas las restantes brigadas, luego el recorrido se enfoca primeramente en la brigada de Neumáticos y seguido en la de Enganches, en el punto de observación B y para finalizar se visualiza a la brigada de truck en el punto A.

Para tener mayor conocimiento de estos resultados en la tabla 6 se muestra un resumen del estudio del aprovechamiento de la jornada laboral en las observaciones realizadas a las brigadas.

Tabla 6. Resultados del estudio de aprovechamiento laboral en la reparación de los equipos principales por brigadas.

<b>Brigadas</b>	<b>Total de observaciones por Brigada</b>	<b>Observaciones trabajando</b>	<b>% aprovechamiento de la jornada laboral</b>	<b>Tiempo medio de trabajo reglamentario por brigadas en minutos.</b>
<b>Truck</b>	163	101	61.96	297.42
<b>Enganches</b>	163	90	55.21	265.03
<b>Neumáticos</b>	163	110	67.48	323.93
<b>Pailería I</b>	163	145	88.96	426.99
<b>Pailería II</b>	163	132	80.98	388.71
<b>Pintura</b>	163	43	26.38	126.63
<b>Equipo</b>	978	621	63.5	304.8

Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir del análisis realizado que se trabaja un 63.5% de la jornada laboral en la reparación de los equipos durante el estudio, lo que se considera un aprovechamiento bajo de la jornada laboral, donde se detectan pérdidas de tiempo por deficiencias técnico organizativas.

Dentro del grupo de problemas identificados en el paso por los distintos puestos donde laboraban las brigadas se aprecia:

- Interrupciones debido a la dependencia del Ferrocarril en cuanto a la locomotora para entrar o extraer los equipos al taller.
- Llegada tardía de la materia prima para las reparaciones de los equipos.
- Los obreros no comienzan la jornada laboral en el tiempo reglamentado luego del horario de almuerzo.
- Desorganización en los puestos de trabajo debido a aglomeración de material semielaborado en lugares no concebidos para este fin y falta de organización en la

ubicación de los materiales a emplear en el puesto de trabajo producto a que la mayoría de las brigadas no laboran en su propia área.

- Problemas de disciplina laboral al efectuar los trabajadores paradas injustificadas en el transcurso de la jornada laboral, ejemplo de ellas se observan conversaciones injustificadas ajenas al contenido de trabajo y abandono del puesto de trabajo antes de finalizar la jornada laboral.
- Roturas en equipos que aseguran el desempeño de los trabajadores como son: la grúa viajera que se encuentra inutilizada por falta de capacitor, el montacargas de gomas maciza presenta deterioro en los neumáticos producto a los años de explotación y en cuanto al montacargas de neumáticos con cámaras no labora por mucho tiempo ya que sufre afectaciones debido a los restos de metal en el suelo.
- Problemas técnicos organizativos en el taller donde existen brigadas con un aprovechamiento muy bajo al no tener contenido de trabajo producto al desbalance del proceso.
- Déficit de herramientas para facilitar el trabajo de los obreros (terraja eléctrica, equipos de oxicortes, gato hidráulico y plantillas para el rotulado) y medios de protección (guantes, máscaras de soldador, caretas con filtros para pintar, cascos, orejeras producto a los altos niveles de ruido).
- El subproceso de pintura al igual que los restantes subprocesos se ejecutan en el área de pailería.
- Existe un solo operador para las dos grúas viajeras existentes y las mismas son utilizadas por todas las brigadas excepto pintura.

#### Paso 4.4: Balance del proceso

Uno de los talleres en los que más necesidad existe de la aplicación del balance es en el taller de reparaciones, por los requerimientos de un trabajo sincronizado entre distintos puestos de trabajo, y por la dificultad de lograrlo, dada la incidencia de la actividad del operario en ello.

Se decide evaluar la capacidad productiva del proceso de reparación, el porcentaje de utilización de las brigadas y su correspondencia con la demanda a la que es objeto. Con este fin se utiliza la simulación matemática como herramienta de modelación de los procesos donde se emplea el software ARENA 15.0 para el balance en la reparación de los principales equipos ferroviarios.

Formulación del problema:

Desarrollar un modelo de simulación que facilite la comprensión y análisis del proceso de reparación que se realiza en el taller de reparación, poniendo especial atención en el cumplimiento del plan de producción en el tiempo establecido, el factor de utilización de los recursos, el tiempo entre salida de los vagones, y otros resultados; lo que permita revelar deficiencias en el mismo y proponer acciones de mejoras. Para ello se requiere el análisis de las siguientes variables: cantidad de arribos, tiempo de la operación y tiempo entre arribo.

Diseño de experimento:

Se traza como objetivo verificar la construcción del modelo y evaluar si bajo las condiciones tecnológicas y organizativas existentes en el taller es posible cumplir con el plan de producción de 65 góndolas y 50 tolvas en el año. Definiendo para esto un modelo que imite al proceso actual y sus correspondientes variables de interés.

Período a analizar:

Del análisis de la información recopilada y la observación realizada se toma para la investigación el horario normal de producción de la empresa para un período de un año ya que el proceso no presenta dentro de la producción días fuera de lo normal.

Descripción de la variable:

- Cantidad de arribos: los datos a recoger son la cantidad de viajes con componentes para la conformación de una unidad necesaria.
- Tiempo de proceso: Tiempo que demora una brigada en procesar cada parte del equipo.
- Tiempo entre arribo: Tiempo que transcurre desde la llegada de los materiales a un puesto hasta la próxima llegada. Los datos a recoger son el tiempo entre llegada de cada tipo de materiales para cada tipo de vagón.

Recogida y análisis de datos:

Para la recogida de los datos se utiliza para el caso de la tolva las normas establecidas en investigaciones que precedentes, mientras para el caso de la góndola se utiliza el Método de la Experiencia debido a la inexistencia de normas preestablecidas y a que durante el período de estudio no se habían terminado una cantidad considerable de equipos. Esta situación impide la realización de las 30 observaciones iniciales que se requieren hacer para fundamentar los tiempos de cada operación, de ahí que no es posible aplicar otros métodos de normación del trabajo que brinden información científicamente argumentada sobre las variables objeto de estudio en el marco de esta investigación.

Mediante la observación directa, la entrevista con los trabajadores, el trabajo con el grupo de expertos se determina que el arribo de materiales a los puestos de trabajo se realiza de uno en uno, donde cada uno es la suma de componentes necesarios para la construcción de una unidad en el puesto.

Al analizar si el taller presenta capacidad para soportar la demanda anual planificada, se decide establecer para los tiempos entre arribo arbitrariamente un día debido a que solo se quiere verificar si es posible su terminación en el plazo de un año. En la tabla 7 se muestran los tiempos con las distribuciones que siguen cada una de las operaciones del proceso de reparación de los equipos principales.

Tabla 7. Tiempo de la operación por puestos de trabajo para la góndola y la tolva.

Operaciones	Góndolas (horas)		Tolvas (horas)	
	UNIF(6,10)	UNIF(46,80)	UNIF(6,10)	UNIF(6,10)
Limpieza	UNIF(6,10)	UNIF(46,80)	UNIF(6,10)	UNIF(6,10)
Desmantelo de elementos estructurales	UNIF(40,70)		26.08	+ 26.08
Desmante del truck	UNIF(0.17,0.25)	UNIF(22.17, 24.25)	0.2	18.77
Reparación del truck	UNIF(20,21)		17.97	
Montaje del truck	UNIF(2,3)		0.60	
Desmantelo del sistema de freno	UNIF(7,10)	UNIF(48,60)	UNIF(7,10)	UNIF(48,60)
Reparación del sistema de freno	UNIF(25,26)		UNIF(25,26)	
Montaje del sistema de freno	UNIF(16,24)		UNIF(16,24)	
Desmantelo del sistema de enganche	UNIF(0.17,0.5)	UNIF(4.17,6.5)	0.075	2.7872
Reparación del sistema de enganche	UNIF(3,4)		1.932	
Montaje del sistema de enganche	UNIF(1,2)		0.7802	
Montaje de elementos estructurales	UNIF(120,160)	-	30.5	-
Decapado del equipo	UNIF(18,20)	UNIF(36.43)	16.78	48
Pintura anticorrosiva	UNIF(6,8)		12.23	
Pintura de esmalte	UNIF(8,10)		14.96	
Rotulado	UNIF(4,5)		4.03	
Estabilización	UNIF(2,4)	-	4.837	-
Regulación del freno	UNIF(3,4)	-	UNIF(3,4)	-

Fuente: Elaboración propia.

Construcción del modelo de simulación:

En la construcción del referido modelo de simulación se parte del diagrama de flujo realizado y de los datos recopilados, imprescindibles a la hora de entrar la información al lenguaje de simulación ARENA, y fijar los elementos necesarios para simular. En la figura 5 se muestra el modelo de simulación del sistema.

Entidad: representa los elementos que arriban al sistema y se mueve a través del proceso (tolva y góndola).

Recursos: el sistema cuenta con 6 de recursos humanos: brigada de truck, neumático, enganche, pintura y dos brigadas de pailería.

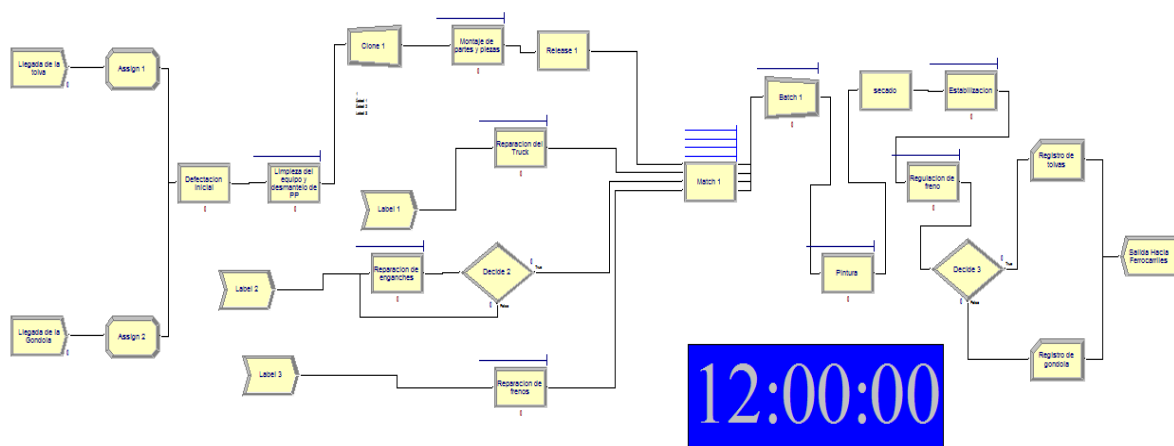


Figura 5. Modelo de simulación del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Verificación y validación:

Mediante el estudio y el tiempo invertido para la investigación se dispuso de información cuantitativa y cualitativa sobre el funcionamiento del proceso de reparación.

Para la evaluación de la capacidad del proceso con respecto a la demanda solicitada se realiza una corrida de 50 tolvas y 65 góndolas durante un período de 255 días (período laborable de la empresa en el 2018), donde se investiga si es posible el cumplimiento de la demanda mediante la capacidad instalada, a esto se le suma para aumentar el nivel de confianza en los resultados la realización de 30 réplicas.

Mediante una corrida experimental es posible verificar, a través de las salidas del software, que el modelo sí refleja de manera razonable el comportamiento real del proceso de reparación de tolvas y góndolas.

Análisis de los resultados:

En este paso se analiza los resultados de la simulación con la finalidad de probar si con la capacidad instalada es suficiente para procesar la demanda.

Luego de correr el software arrojó como resultado que ingresando al taller tolvas y góndolas al mismo tiempo solo se pueden reparar bajo las condiciones actuales 72 equipos (26 góndolas y 46 tolvas) para este año. Representando el 62.61% del plan de producción, por lo que no es posible cumplir con el plan de producción, como se muestra en la figura 6.

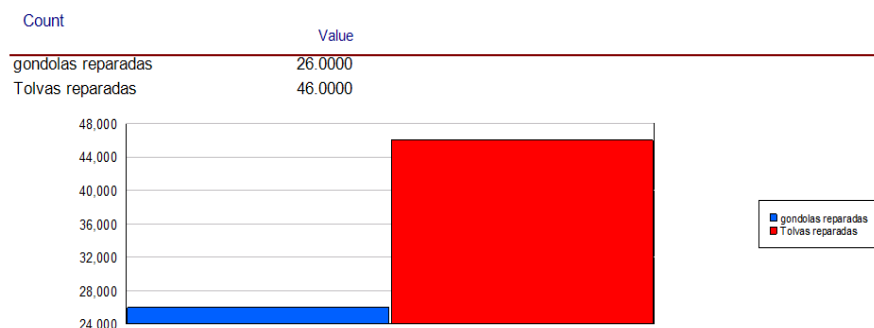


Figura 6. Equipos reparados.

Fuente: Elaboración propia.

Este incumplimiento está condicionado principalmente por la aglomeración existente en los puestos de limpieza de equipo y desmantelo de partes y piezas con un promedio de 1.67 equipos en espera, además del montaje de partes y piezas con 0.78, donde cada una de estas actividades es realizada por la brigada de pailería, mientras que el otro puesto que condiciona un elevado promedio de aglomeración es la reparación de truck con 1.42. Lo que conlleva a mencionar como puntos críticos a la brigada de pailería con un 91.61% de utilización y la brigada de truck con un 90.15% de utilización.

Demostrado lo anterior, se realizaron diferentes simulaciones para verificar si es posible cumplir el plan ingresando solo un tipo de equipo (góndola o tolva), lo que proyectó, que para las tovas si es posible reparar los 50 equipos propuestos, mientras que para la reparación solo de góndolas es posible reparar 31 de ellas, lo que representa el 47.69% del plan propuesto para este tipo de equipo.

Paso 5: Identificación de las reservas productivas

En los pasos anteriores se evidencia que si se resuelven los problemas de organización del trabajo identificados en la reparación de los principales equipos ferroviarios (tolvas y góndolas), es posible cumplir con el plan, por ello en esta fase se procede a identificar las reservas productivas según los resultados del análisis en los pasos anteriores. Se utiliza el diagrama Causa – Efecto, la tormenta de ideas y el método del coeficiente Kendall.

Entre las reservas productivas se encuentran: fallas en el movimiento interno del taller, capacitación del personal, desaprovechamiento de la jornada laboral, diseño del área de pintura, deficiente suministro, inadecuada área de trabajo, contaminación ambiental y subutilización de brigadas.

Para darle importancia a estos problemas se decide utilizar el método del coeficiente de Kendall, para lo cual se utilizan los expertos seleccionados por el coeficiente de competencia. El coeficiente de concordancia (W) tiene un valor de 0,91 siendo mayor que 0,5 ( $W \geq 0.5$ ), por lo que se afirma que existe concordancia de criterios entre los miembros que conforman el panel de expertos y el estudio realizado es confiable.

Al aplicar el criterio de selección donde la ponderación sobre cada criterio es menor o igual que el factor de concordancia, se destacan como principales problemas que afectan la organización del trabajo en la reparación de los equipos principales los siguientes:

1. Deficiente suministro.
2. Fallas en el movimiento interno del taller.
3. Subutilización de brigadas.
4. Desaprovechamiento de la Jornada laboral.
5. Diseño del área de pintura.

Teniendo en cuenta los problemas señalados se realiza el diagrama causa - efecto en el cual se muestra que se deriva a causa de estos problemas y a partir de la realización de una tormenta de ideas, se determinan las subcausas que originan los mismos.



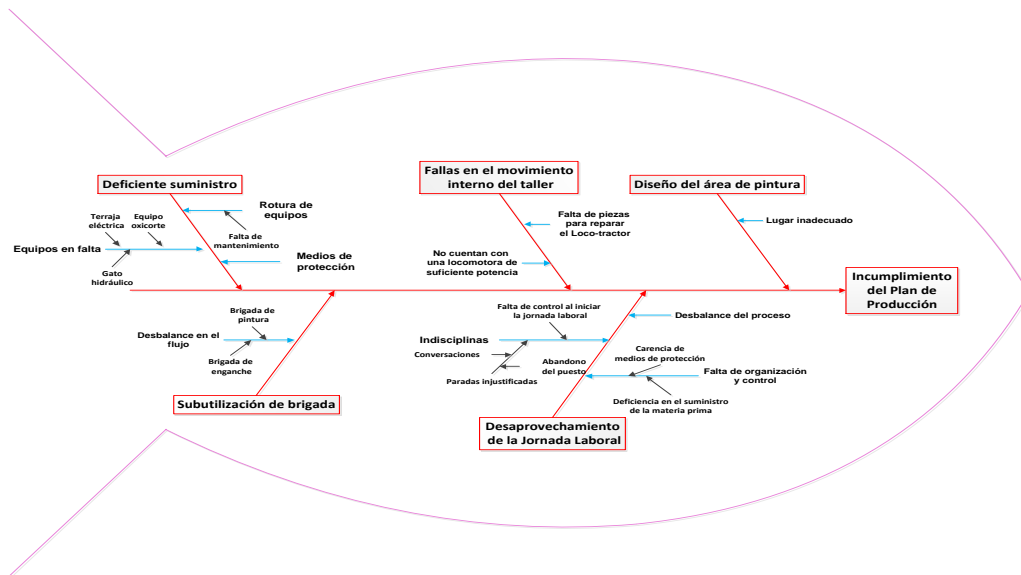


Figura 7. Diagrama causa – efecto.

Fuente: Elaboración propia.

### Fase III. Mejora del proceso

Para la eliminación de las deficiencias detectadas en el proceso, se proponen acciones encaminadas a disminuir las reservas productivas e incrementar la productividad.

#### Paso 1: Propuesta de acciones correctivas

Las acciones correctivas expuestas a continuación están enfocadas en mejorar la productividad de la empresa y dar solución a los problemas existentes, para ello se analizan los puntos limitantes del proceso, y de apoyo se utilizan los resultados de las técnicas análisis operacional, cursograma analítico y el diagrama causa - efecto.

La brigada de pailería es quien posee la mayor carga de trabajo, donde la brigada de enganche puede apoyarlos con dos parejas de paileros y soldadores, siempre y cuando termine su labor, en cuanto la actividad de limpieza que le resta un promedio de 6 a 10 horas por equipo puede ser realizada por esta misma brigada de enganche ya que su contenido de trabajo es mínimo.

Mientras que para la brigada de truck, considerada también como una de las de mayor carga, es posible disminuirla a través de la brigada de pintura, la cual puede apoyar en cuanto a la actividad de pintar el boje ya que contienen dos equipos para pintar, restándole a la brigada de truck un tiempo promedio de 0.89 horas por truck y de esta forma favorecer el balance entre brigadas.

No obstante, para lograr cumplir con el plan establecido se hace necesario aumentar la capacidad de las diferentes brigadas.

#### Deficiente suministro:

Se exhorta la planificación del mantenimiento de los equipos e instrumentos de trabajo para alargar su vida útil, además de gestionar por parte de la dirección de logística la adquisición de los equipos de oxicorte, cepillos de metal, espátulas, gatos hidráulicos para apoyar el uso de la grúa y liberar su carga de trabajo en algunas brigadas, también la plantilla de rotulado, pistolas con sistemas de pulverización AIRLESS o de vaso, gomas macizas para el montacargas y la terraja eléctrica que permite eliminar los trasporte de 300 metros por parte de la brigada de neumáticos en cuanto a la reparación del sistema de freno.

#### Fallas en el movimiento interno del taller:

Gestionar las piezas que faltan para reparar el loco-tractor y garantizar el arreglo inmediato del mismo una vez lleguen las piezas necesarias a la empresa.

Realizar un contrato con Ferrocarril que asegure una locomotora en la entidad durante el tiempo de reparación del loco-tractor, realizando los movimientos necesarios de los vagones.

#### Desaprovechamiento de la jornada laboral:

Se propone aumentar el control sobre los medios de protección (guantes, orejeras, mascara de soldar, cascos) por parte del jefe de brigada, del mismo modo debe gestionar la entrega para reponer los medios dañados a tiempo. Imponer el orden y disciplina sobre la reincorporación de los obreros a las actividades laborales luego del horario de almuerzo, mediante inspecciones, evaluaciones a los obreros, estudios de aprovisionamiento de materiales para que al inicio de la jornada se encuentre en el área de trabajo toda la materia prima necesaria y gestionar el reaprovisionamiento por parte de las áreas de subconjunto, corte y maquinado para la realización del trabajo.

Se plantea revisar los procedimientos de trabajo de las brigadas, con el fin de eliminar actividades innecesarias. En este sentido se propone la salida correcta de los componentes de los cabezotes en el área de enganche, eliminándose el reproceso en cuanto a rellenar las muelas y soldar los cabezotes con planchitas.

También se propone diseñar métodos de trabajo para la ubicación de los materiales en los puestos, que garanticen la obtención de los materiales eficazmente en el momento que se necesiten.

#### Diseño del área de pintura:

Es posible reparar el loco-tractor para que cuente con la fuerza necesaria de trasladar los equipos hasta el área de la capilla y de esta forma la pintura quede con la calidad requerida, también puede ser utilizado una manta protectora en forma de campaña que cubra toda la superficie del equipo, sirviendo como aislante de las partículas metálicas y otros contaminantes que existe en sus alrededores.

## Paso 2: Evaluación del impacto de las medidas propuestas

Como resultado del empleo del Cursograma analítico al trabajador en el proceso de reparación de enganche para la revisión del procedimiento de trabajo, en el que se ejemplifica el reproceso existente luego de la inspección, se obtiene con las medidas propuestas la reestructuración del procedimiento de trabajo con la eliminación de 2 operaciones. Con lo cual se reduce el tiempo de reparación en 35 minutos. Mientras en la brigada de neumático se logra reducir 2 transportes manual con una distancia de 300 metros cada uno, lo que implica un tiempo de 40 minutos en total.

A través del diagrama Gantt se evidencian la disminución del tiempo de trabajo en la brigada de pailería de 8 horas por cada vagón, donde la brigada de enganche realiza la limpieza, lo que condiciona un aumento en su tiempo de procesamiento de 1 día, balanceando la carga de trabajo entre brigadas.

Sucede de similar forma en la brigada de truck con una disminución de 0.89 horas por truck, donde la brigada de pintura realiza la actividad de pintar el boje, por lo que las actividades aumentan, pero no sobrepasan los 7 días laborables.

A través de la tabla 8 se puede apreciar que para el cumplimiento del plan se hace necesario, el aumento de la capacidad de las brigadas de pailería a 11, de truck a 2, de neumático a 5 y pintura a 3 parejas.

Tabla 8. Capacidad de las brigadas.

Equipos	Demanda (equipo/año)	Pailería	Truck	Enganche	Neumático	Pintura
		11	2	2	5	3
<b>Tolvas (h/ equipo)</b>	50	66.58	23,61	2.79	64	48
<b>Góndolas (h/ equipo)</b>	65	240	28.25	6.5	64	43
F.t (h/año)		2019	3672	3672	9180	5508
Qj (h/año)		18929	3016.6	562	7360	5195
bj (h/año)		1.06	1.22	6.5338	1.25	1.06

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

A partir de la revisión bibliográfica y análisis de los criterios emitidos por diversos autores sobre la temática abordada, se concreta que mediante la organización del trabajo se logra un uso eficiente de los recursos con que cuenta una organización. La realización del mismo en el proceso de reparación de equipos ferroviarios de la empresa “José Valdés Reyes” permitió conocer la capacidad productiva y las reservas de productividad que impactan en el cumplimiento del plan de reparaciones. Se utilizó la simulación matemática para el estudio de organización del trabajo en el proceso de reparación de tolvas y góndolas, como técnica de vital importancia debido a la complejidad de estos tipos de sistemas al ser modelados. Mediante el cálculo del porcentaje de aprovechamiento de la jornada laboral para las brigadas que componen el proceso, se detecta la existencia de un alto desaprovechamiento de la jornada laboral debido fundamentalmente a problemas técnico organizativos. Las reservas de productividad identificadas en el proceso se enmarcan en actividades que no agregan valor al proceso provocadas por deficientes procedimientos de trabajo en actividades de transporte y otras que anteceden al proceso. La aplicación de las técnicas propuestas permite determinar que bajo el sistema actual de trabajo solo es posible cumplir con el 62.6% del plan previsto. Las acciones de mejoras propuesta para eliminar actividades innecesarias en las brigadas de neumáticos y enganches, además de incluir la propuesta de redistribuir las actividades de limpieza del equipo y pintar el boje, como también elevar el número de parejas en las brigadas de pailería, truck, neumático y pintura para aumentar la capacidad de los puestos de trabajo y su productividad, lo que tributa al cumplimiento del plan de producción.

## Bibliografía

- BERNAL, J AND RAMOS, L. Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en empresas cubanas. Revista Avanzada Científica, 2012. Vol. 15. <http://avanzada.idict.cu/index.php/avanzada>
- BRATLEY, P[ET AL.], A Guide to Simulation [en línea], Second Edition, Springer Science & Business Media, 2011 [consulta: 10 de febrero de 2016]. Disponible en: <<http://tocs.ulb.tu-darmstadt.de/7628749.pdf>>
- COSS, R, Simulación un enfoque práctico [en línea], 2da Edición, México D.F, 2011 [consulta: 10 de febrero de 2016]. Disponible en: <[librosysolucionarios.net/smulacion-un-enfoque-practico-2da-edicion-raul-coss-bu](http://librosysolucionarios.net/smulacion-un-enfoque-practico-2da-edicion-raul-coss-bu)>
- DELGADO RODRÍGUEZ, DAVID, «Estudio de organización del trabajo en el proceso de construcción de cabinas de la empresa ferroviaria José Valdés Reyes», [Tesis de diploma en Ingeniería industrial], Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas, Ingeniería Industrial, 2016.
- DURÁN, F, Ingeniería de métodos. Globalización: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias, Guayaquil, Ecuador, 2007, Pp. 265.
- ENRÍQUEZ, Y, «Estudio de organización del trabajo en el restaurante “Jimmy's Buffet” del Hotel Breezes Bella Costa.», Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas Ingeniería Industrial, 2013.
- FUENTES, I, «El ferrocarril en Cuba, gloria de otros tiempos», [en línea], 2014, [consulta: 10 de febrero de 2018], Disponible en: <<https://tocorotravel.com/blogs/111950/el-ferrocarril-en-cuba-gloria-de-otros-tiempos>>
- GARCÍA, R, Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo [en línea], segunda edición, 2009 [consulta: 10 de febrero de 2016]. Disponible en: <<http://www.profmgodoy.udem.edu/?p=200>>
- INSUA, D AND INSUA, S, Simulación: métodos y aplicaciones, 2ª Edición, 2008, ISBN: 978-84-7897-895-3, Pp. 404.
- KELTON, W.D. AND SADOWSKI, R.P., DA, 2002, Simulation with ARENA, New York, McGraw-Hill, 2008, ISBN: 9701065158.
- MARSÁN, J., La Organización del Trabajo. Estudio de tiempos. Tomo II, Cuba, 2011, ISBN: 978-959-07-1421-4, Pp. 236.
- MAYNARD, H, Manual del Ingeniero Industrial, La Habana, 1996, ISBN: 9789701047965.
- NAWARA, G AND HASSANEIN, W. Solving the Job-Shop Scheduling Problem by Arena Simulation Software. International Journal of Engineering Innovation & Research, 2013. Volume 2. [https://www.researchgate.net/publication/236631006\\_Solving\\_the\\_Job-Shop\\_Scheduling\\_Problem\\_by\\_Arena\\_Simulation\\_Software?enrichId=rgreq-a141d3fb-afe2-4ee4-9e3d-5ce7a9529d24&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNjYzMTAwNjtBUzoXMDIzNzMWMTU3NTUwMTFAMTQwMTQxOTAzNjY1NA%3D%3D&el=1\\_x\\_3](https://www.researchgate.net/publication/236631006_Solving_the_Job-Shop_Scheduling_Problem_by_Arena_Simulation_Software?enrichId=rgreq-a141d3fb-afe2-4ee4-9e3d-5ce7a9529d24&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNjYzMTAwNjtBUzoXMDIzNzMWMTU3NTUwMTFAMTQwMTQxOTAzNjY1NA%3D%3D&el=1_x_3)
- OÑATE, R, 1988 (Citado por: el Dr. C. Roberto Argelio. Frías Jiménez. Diseño y validación de un modelo de Gestión del Cliente Interno en procesos hoteleros. Tesis en

opción al Título de Máster en Gestión de Empresas Turísticas.UMCC. Centro de Estudios del Turismo).

PARTIDO COMUNISTA DE CUBA, PCC. "Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución". En: VII Congreso del Partido Comunista de Cuba (Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2016).

PUCHE, J., «Guia Práctica para la simulación de procesos industriales», [en línea], 2005, [consulta: 10 de febrero de 2016], Disponible en: <  
<http://www.cetem.es/rs/1235/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/739/fd/1/filename/guia-simulacion-procesos-industriales-cetem.pdf>.>

TEILANS, A[ET AL.]. Design of UML models and their simulation using ARENA. WSEAS Transactions on Computer Research, 2008. 3: Pp. 67-73.<http://www.wseas.us/e-library/transactions/research/2008/30-664.pdf>.

VITORIANO, B, Modelos y métodos de Simulación Estocástica. Aplicación en la valoración de opciones financieras, Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid, 2013, Pp.100.