

*Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas
Facultad de Ingeniería Mecánica
Centro de Investigaciones de soldadura (CIS)*



Trabajo de Diploma

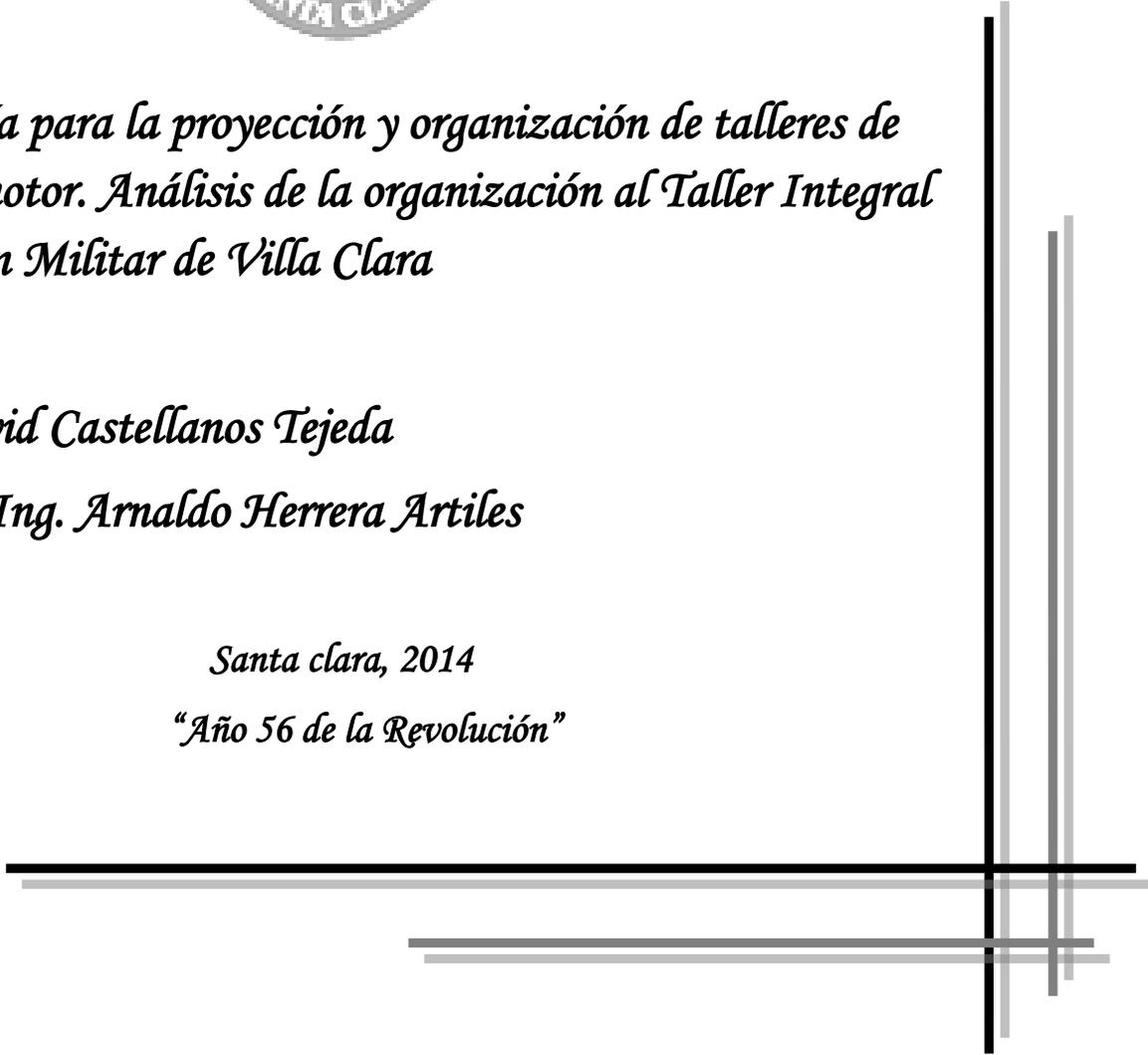
Metodología para la proyección y organización de talleres de flota automotor. Análisis de la organización al Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara

Autor: David Castellanos Tejeda

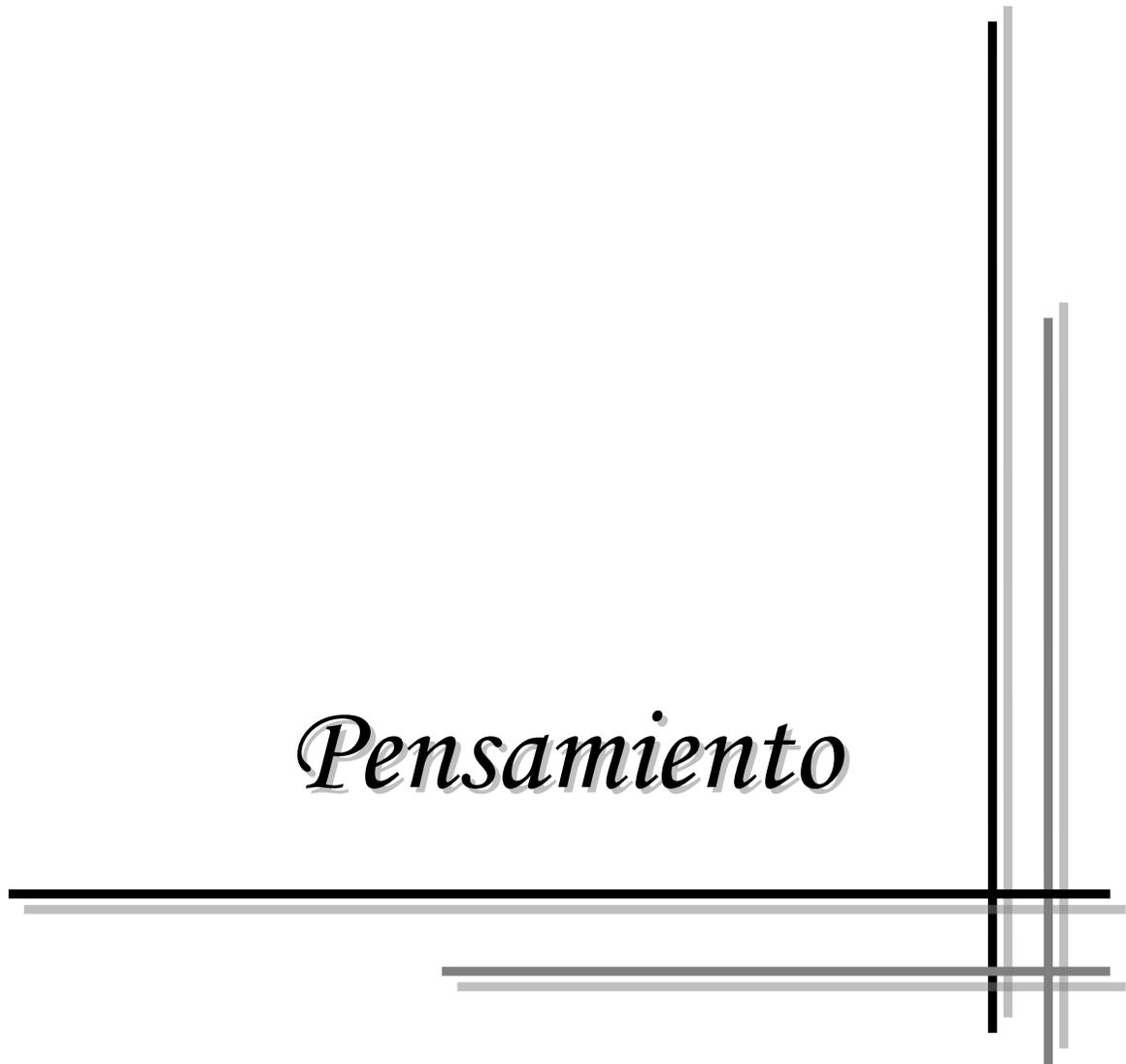
Tutor: Dr. Ing. Arnaldo Herrera Artiles

Santa clara, 2014

“Año 56 de la Revolución”



Pensamiento

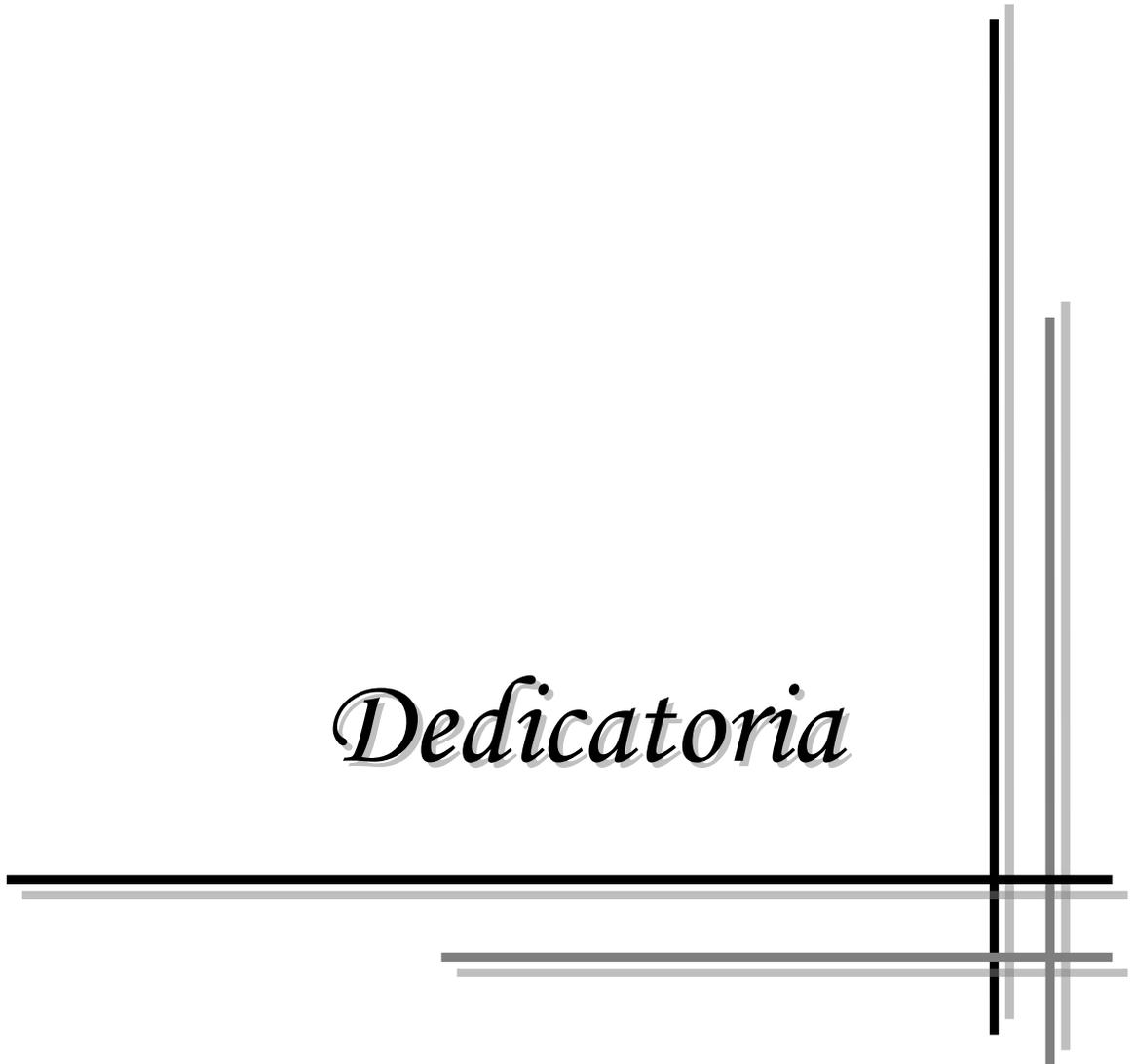


Pensamiento:

“Si un día nuestro trabajo no nos pareciera bueno, debemos luchar por hacerlo mejor. Si un día nos pareciera mejor, debemos luchar por hacerlo perfecto”

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria



Dedicatoria:

A mi padre por ser mi ejemplo, mi amigo y la guía eterna de mi vida.

A mi mamá por su apoyo incondicional.

A mi futura esposa Claudia por su entrega y ternura.

A toda mi familia por la unidad y el amor.

Agradecimientos



Agradecimientos:

A mi tutor Dr. Arnaldo Herrera Artiles por todo el tiempo que me dedicó y sus acertadas recomendaciones.

A Omar Cruz por sus precisiones certeras, su paciencia y el entusiasmo que le impregnó a este trabajo.

A Carlos García quien con inmediatez siempre atendió a mis llamados. Toda una lección de conocimientos y humildad de su parte.

A mi futura esposa Claudia por su amor, sus buenas energías y apoyo en los momentos difíciles.

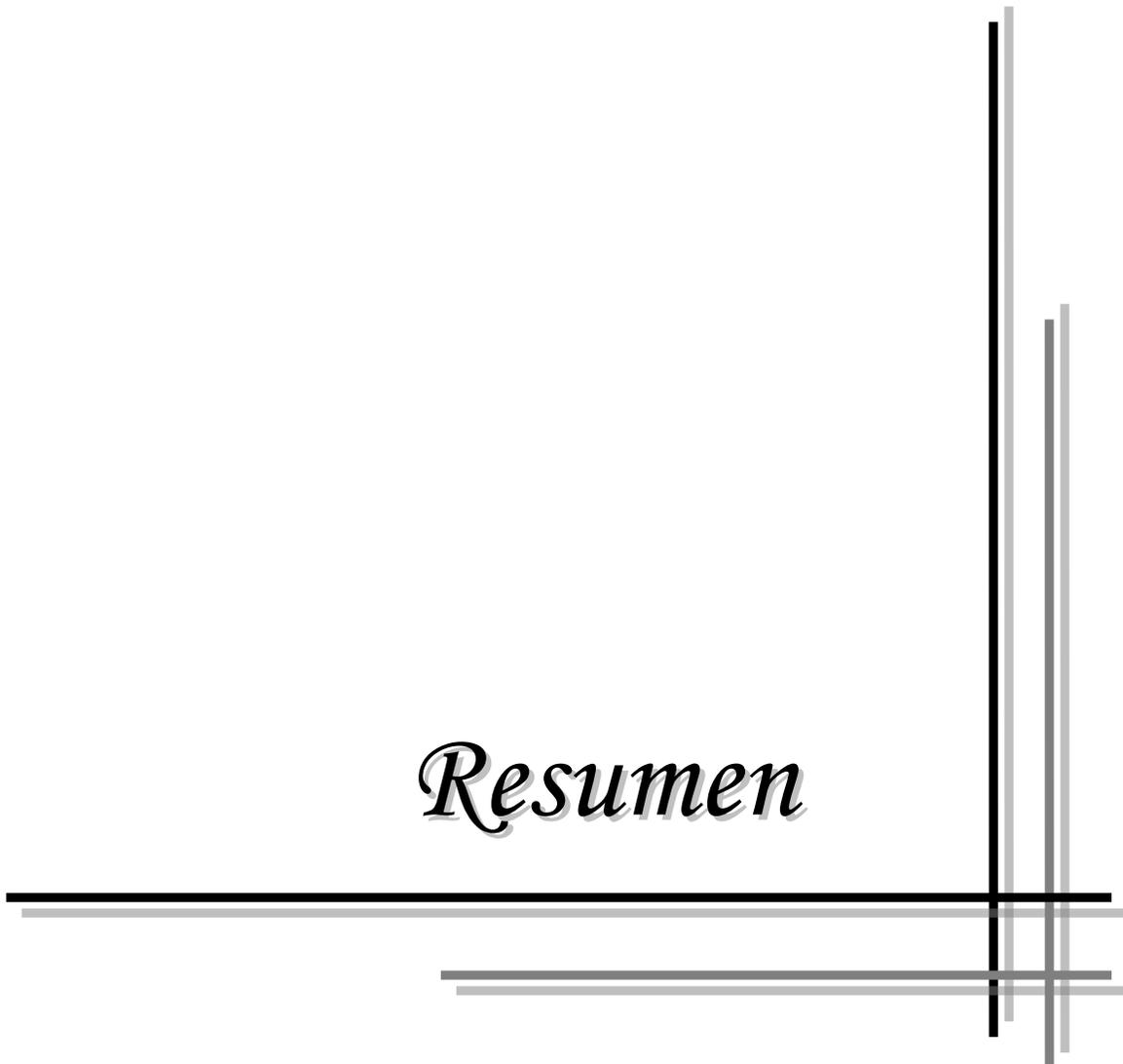
A mis padres, por sus lecciones de entrega y constancia.

A mi suegra Alicia Elizundia, a quien admiro y quiero mucho. Por su confianza en mí.

A los trabajadores del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara en especial al mayor Norge González.

A todos los que a lo largo del camino me dieron el aliento y apoyo necesarios.

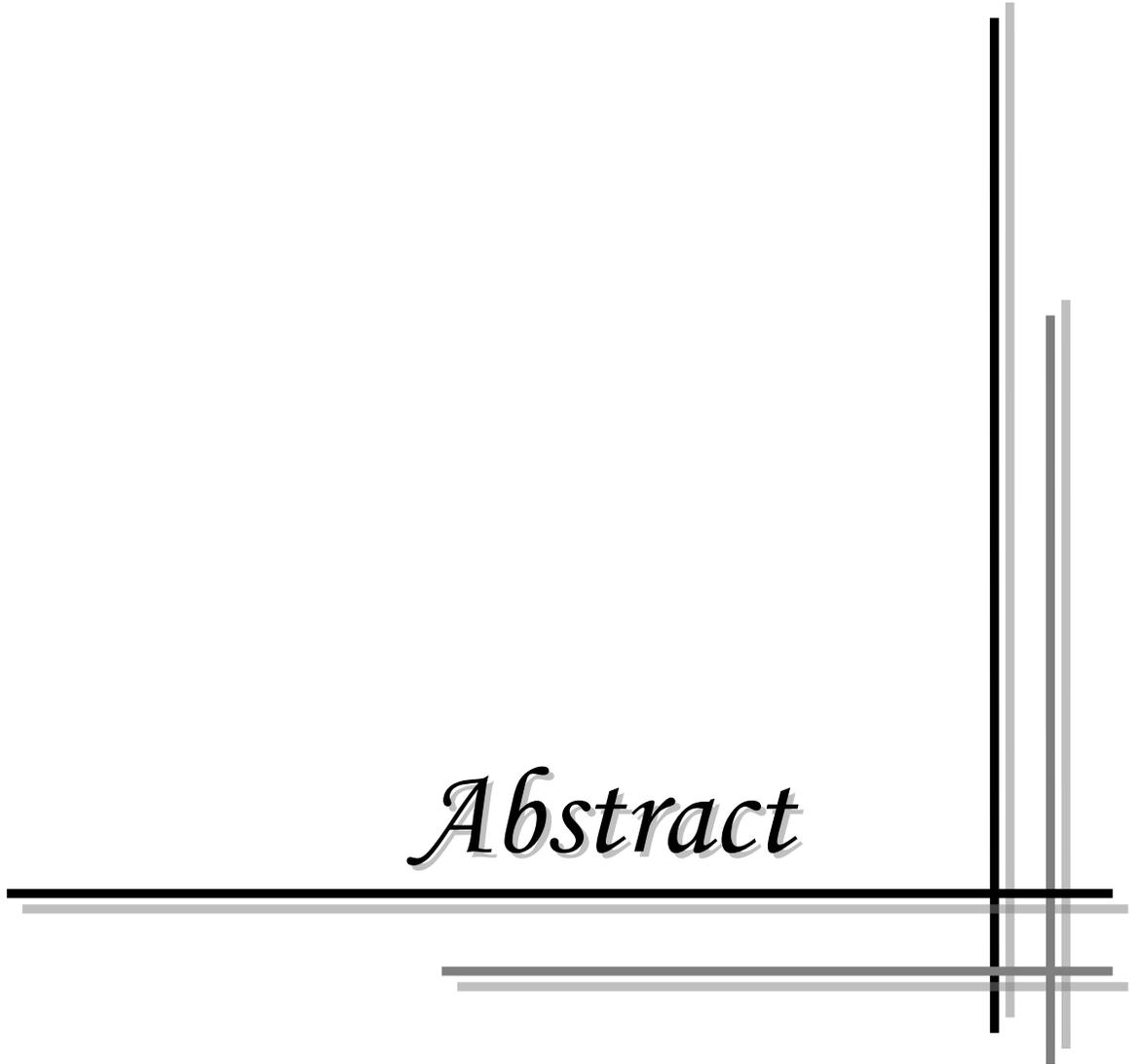
Resumen



Resumen

La presente investigación muestra un análisis de la literatura especializada, se presentan aspectos relacionados como conceptos básicos, sistemas, funciones, objetivos y tipos de mantenimientos existentes desde la perspectiva de diversos autores, también se brinda información sobre los principales tipos de distribución en planta de entidades de la producción y los servicios así como los elementos a tener en cuenta durante la proyección de talleres de mantenimiento y reparación de equipos de flota. Se establece una metodología para la proyección, organización y análisis de talleres dedicados al mantenimiento de equipos automotores para facilitar el trabajo del ingeniero proyectista. Muestra además el análisis del Taller Integral de la Región Militar Villa Clara de acuerdo a los criterios establecidos, determinándose dos posibles variantes de distribución en planta de la nave principal del taller y una variante de distribución general de las áreas del mismo para propiciar un flujo tecnológico continuo.

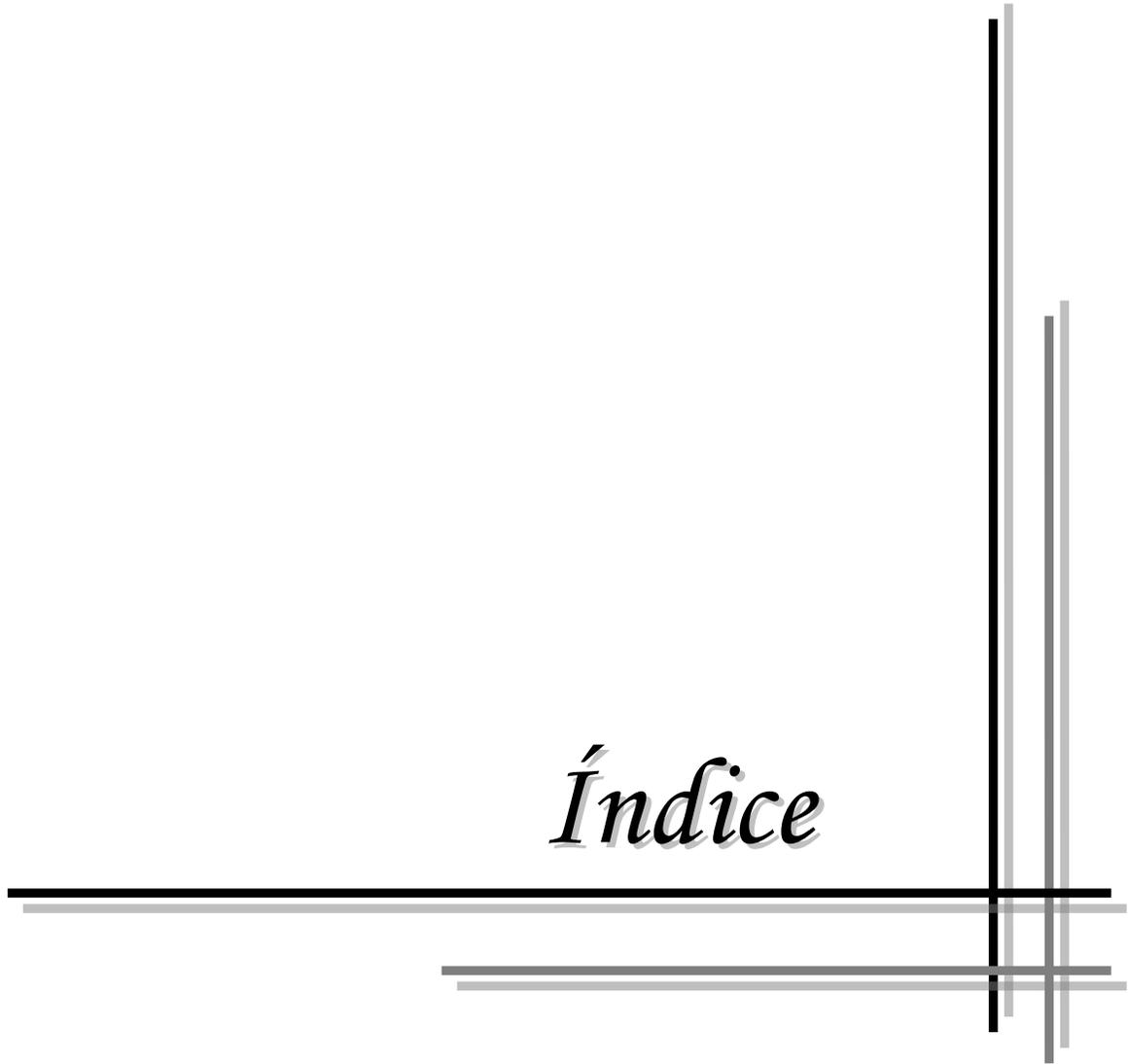
Abstract



Abstract

The present investigation shows an analysis of the specialized literature, they show up related aspects as basic concepts, systems, functions, objectives and types of existent maintenances, from the perspective of diverse authors, you also offers information on the main distribution types in plant of entities of the production and the services, as well as the elements to keep in mind during the projection of maintenance shops and repair of fleet teams. A methodology settles down for the projection, organization and analysis of shops dedicated to the maintenance of self-driven teams to facilitate the engineer's planner work. It also shows the analysis of the Integral Shop of the Military Region Villa Clara according to the established approaches, being determined two possible distribution variants in plant of the main ship of the shop and a variant of general distribution of the areas of the same one to propitiate a technological continuous flow.

Índice



Índice

Introducción	1
Capítulo I. Fundamentos teóricos	6
1.1 Mantenimiento y sus objetivos.....	6
1.2 Tipos, sistemas y políticas de mantenimiento.....	8
1.2.1Mantenimiento correctivo (contra averías).....	9
1.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	10
1.2.3 Mantenimiento Predictivo.....	11
1.3 Sistema de mantenimiento de equipos de flotas. Implementación en Cuba.....	11
1.4 Base para el mantenimiento y reparaciones de flotas.....	13
1.5 El proceso tecnológico general de reparación y mantenimiento de las máquinas y equipos.....	17
1.6 Criterios y consideraciones sobre la proyección en plata.....	19
1.6.1 Generalidades sobre la proyección en planta.....	19
1.6.2 Criterios y principios generales sobre el proyecto tecnológico de un taller.....	24
1.6.2.1 Tarea del proyecto.....	24
1.6.2.2 El proyecto técnico.....	25
1.6.2.3 Cálculo tecnológico del taller.....	25
1.6.2.4 Áreas Fundamentales del taller de mantenimiento y reparación.....	26
Capítulo II. Metodología para la proyección, organización y análisis de talleres de mantenimiento de equipos de flotas	28
2.1 Determinación del programa de servicio técnico del taller.....	28
2.2 Elaboración del plan grafico anual y el grafico de carga de un taller.....	29
2.3 Determinación del volumen de trabajo de servicio técnico.....	30
2.4 Régimen de trabajo y fondo de tiempo para obreros y equipos del taller.....	32
2.5 Cálculo de la plantilla y número de puestos de trabajo.....	33
2.6 Selección y fundamentación del proceso tecnológico.....	34
2.7 Selección y cálculo del número de equipos de la sección.....	35
2.8 Determinación de las áreas productivas y auxiliares del taller.....	36
2.9 Composición general del taller y esquema tecnológico.....	38
2.10 Cálculo de la iluminación del taller.....	40
2.10.1 Iluminación lateral.....	41
2.10.2 Iluminación superior o central.....	42
2.10.3 Iluminación combinada.....	42
2.10.4 Cálculo de la iluminación artificial.....	43
2.11 Cálculo de la ventilación natural y artificial.....	44
2.12 Cálculo del consumo de aire comprimido de taller.....	45
2.13 Cálculo del consumo de agua del taller.....	46
Capítulo III. Análisis de la organización del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara	49
3.1 Diagnóstico general del taller.....	49
3.1.1 Análisis del programa de servicio técnico del taller.....	49
3.1.2 Análisis del gráfico de cargas del taller.....	50
3.2 Determinación de la plantilla y puestos de trabajo necesarios para el taller.....	50
3.2.1 Volúmenes de trabajo del servicio técnico.....	50
3.2.1.1 Determinación del coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo por equipos.....	51
3.2.1.2 Cálculo del volumen de trabajo del MTP ₂ por equipos.....	52

3.2.1.3 Volumen de trabajo de la remotorización.....	52
3.2.1.4 Volumen de trabajo de las actividades de fregado.....	53
3.2.1.5 Volumen de trabajo de los servicios técnicos no planificados.....	54
3.2.2 Fondo de tiempo para obreros y equipos del taller.....	55
3.2.3 Plantilla y puestos de trabajo del taller.....	56
3.3 Organización del proceso productivo y las áreas del taller.....	59
3.3.1 Proceso tecnológico del taller y métodos de reparación.....	59
3.3.2 Medios de trabajo necesarios para las labores de servicio técnico.....	60
3.3.3 Cálculo de las áreas productivas y auxiliares del taller.....	61
3.4 Necesidades de iluminación, ventilación y consumo de agua del taller.....	74
3.4.1 Determinación de la iluminación natural y artificial del taller.....	74
3.4.2 Cálculo de la ventilación natural y artificial del taller.....	76
3.4.3 Cálculo del consumo de aire comprimido del taller.....	78
3.4.4 Cálculo del consumo de agua del taller.....	78
Conclusiones generales.....	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	83
Anexos.....	87

Introducción

En los inicios del desarrollo masivo de la mecanización y el transporte en Cuba, el mantenimiento técnico no se concebía como un sistema planificado, se ejecutaban las tareas de mantenimiento con un carácter correctivo en el momento de la falla. Al triunfo de la Revolución y como resultado de las relaciones comerciales con la URSS, la economía cubana experimentó un crecimiento cualitativo y cuantitativo, que la convirtió en una economía de referencia para los países de la región del Caribe y Latinoamérica, por su alto nivel en el desarrollo de la mecanización, el transporte automotor y la técnica militar.

El aumento de la cantidad de máquinas y equipos y la complejidad de su fabricación, trajo consigo que el primitivo sistema de asistencia técnica existente fuese poco efectivo, lo que ocasionaba frecuentes interrupciones en el trabajo de las máquinas y equipos para ser sometidos a largos procesos de reparación. La colaboración y asesoría de especialistas de la URSS, permitió la introducción e implementación del Sistema de Mantenimiento Preventivo. Se aplica así en el país, de forma generalizada, el Sistema Preventivo Planificado de Mantenimiento Técnico y Reparación a la Maquinaria (SPPMTRM). (Herrera Artilles, 1995)

Es en la URSS donde surge el SPPMTRM con tal denominación, su primera estructura era semicompleja, incluía más de diez variedades y números de mantenimientos técnicos. “Planificado” porque la realización del mantenimiento técnico y de la reparación se planifica de ante mano, en concordancia con una periodicidad determinada, y “Preventivo” porque comprende medidas técnico ingenieriles, bien fundamentadas, que anticipan el surgimiento de averías y los desgastes prematuros del equipo.

La caída del campo socialista en la década de los noventa, especialmente el derrumbe de la Unión Soviética interrumpió, entre otros, los planes de colaboración para el sostenimiento y desarrollo del Sistema Preventivo Planificado de Mantenimiento Técnico y Reparación a la Maquinaria y de la red de talleres que componían este sistema, así como, los tradicionales suministros de maquinaria y de piezas de repuestos, lo que trajo consigo una pobre renovación del parque de máquinas, limitaciones de recursos energéticos, éxodo de personal calificado, dificultades organizativas, insuficiente base de datos para consultar o evaluar una situación determinada, pobre atención al personal vinculado a la actividad, entre otras cuestiones que ocasionaron severas afectaciones en el funcionamiento de la red de talleres de mantenimiento, lo que trajo como consecuencia que los diferentes eslabones en que estaba estructurada la misma, dejaron de cumplir con las funciones para las cuales fueron creados.

Debido a la situación creada, fue necesaria la implementación de una serie de medidas que garantizaran la integridad del proceso revolucionario, se decidió reducir el parque de máquinas especialmente en la rama de la agricultura ya que un volumen elevado de maquinaria exigía repuestos, atenciones técnicas, combustibles y lubricantes, etc., lo que encarecía

abruptamente su explotación, lo que generó un empobrecimiento del parque de máquinas, el sistema de mantenimiento y la red de talleres responsabilizada con su realización, realidad que ha marcado la situación actual.

En el mundo contemporáneo, el mantenimiento ha experimentado una serie de transformaciones a nivel tecnológico, económico, social, organizacional y humano; los continuos avances han propiciado el desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico de estado de equipos, lo que ha potenciado el mantenimiento predictivo y permitido la evolución de una filosofía del mantenimiento, basada en la fiabilidad.

Realizar mantenimiento hoy, no significa reparar equipos rotos, tan pronto como se pueda, sino mantener el equipo en operaciones a los niveles especificados por los fabricantes o para cumplir las funciones en que se explota. Un buen mantenimiento se garantiza con atención a la calidad del proceso, desde la etapa inicial de todo proyecto, la formalización de la compra de los equipos e instalaciones, hasta su correcto montaje posterior y el transcurso de su vida útil; para tener como máxima prioridad la prevención de fallas y reducción de riesgos de paradas imprevistas.

Cuba no está al margen de la influencia de las tendencias internacionales, se realizan esfuerzos en las organizaciones con fines de aumentar la disponibilidad de equipos e instalaciones y reducir la tasa de fallos imprevistos, a partir de la optimización de la calidad durante el desarrollo de la actividad del mantenimiento.

En los lineamientos económicos y sociales aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, desarrollado en mayo de 2011, se contempla la actividad de mantenimiento en 16 de ellos y se destaca la importancia de priorizar esta actividad para aumentar la disponibilidad del equipamiento industrial y de transporte, con un eficiente uso de los recursos y la energía, así por ejemplo, en el lineamiento 279 se plantea: “Organizar y priorizar la atención y calidad de los servicios técnicos en función del mantenimiento y disponibilidad técnica de los medios de transporte, incluyendo el sector no estatal”. (VI Congreso del PCC, 2011)

Esta posición hace necesario que la construcción de instalaciones (talleres) de una u otra magnitud sea cuidadosamente estudiada para lograr el cumplimiento de las tareas técnicas en las condiciones y necesidades actuales, sin dejar de pensar en las posibilidades futuras del desarrollo, de manera que se garantice la existencia de las instalaciones de forma permanente, para las funciones con las que fueron creadas.

La no observación de diferentes aspectos ha conllevado a la construcción de talleres que más tarde han quedado sin actividades, sobre todo por la incorrecta proyección de sus áreas o por no existir el parque de máquinas esperado.

(Ulman, 1985; Chadrishev, 1987; Daquinta Grandaille, 2004), coinciden en exponer que el estado técnico de las máquinas en explotación depende en gran medida de la organización de la base de servicios técnicos, de ahí que no es herrado plantear que el estado técnico de los equipos depende en grado sumo de la existencia de una base de servicios técnicos científicamente calculada y fundamentada. Por tanto, la correcta proyección y diseño o estudios de perfeccionamiento en la organización de talleres de mantenimiento y reparación, constituye una tarea de actualidad e importancia para el país.

El Taller Integral de la Región Militar Villa Clara, perteneciente al Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), construido sin seguir una metodología específica, constituye un caso en que lo expuesto anteriormente no se cumple, situación que repercute en su funcionamiento actual.

El taller presenta dispersión y mala distribución de las áreas, contraflujos en el proceso, grandes recorridos del personal, falta de dispositivos para el desmontaje de los motores que constituyen riesgos de accidentes, no existencia de algunas áreas importantes para el servicio del taller como la destinada a la recepción y diagnóstico general del equipo, área de fregado sin los medios necesarios para el tratamiento de las aguas residuales, lo que afecta la calidad del mantenimiento y provoca daños al medio ambiente.

La situación expuesta no se circunscribe al establecimiento en cuestión sino que afecta a otros talleres de las FAR y de la economía nacional, lo que constituye la **situación problemática** que dio lugar a la presente investigación.

Problema Científico

No se dispone de una metodología que integre los componentes y aspectos necesarios para la proyección, organización, estudio y perfeccionamiento de talleres de mantenimiento y reparación de equipos de flotas automotor y sus agregados.

Objetivos generales:

1. Elaborar una metodología que integre de forma coherente y ordenada todos los requerimientos de cálculo, principios, recomendaciones, etc. para la proyección, organización, estudios y perfeccionamiento de talleres de mantenimiento automotor en las FAR.
2. Realizar un análisis general preliminar de la situación actual de distribución y organización del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara para obtener variantes de distribución en planta que integren todos los principios estudiados.

Objetivos específicos:

1. Realizar una revisión bibliográfica de la literatura especializada para recopilar e identificar los componentes de cálculo, principios, consideraciones, recomendaciones, etc., de aplicación o afines para la proyección y organización de talleres de mantenimiento de flotas automotor.
2. Confeccionar una metodología a partir de la bibliografía revisada y seleccionada, aplicable a la proyección, organización y estudio de talleres de mantenimiento y reparación de equipos de flotas automotor.
3. Realizar un análisis de la distribución y organización y otros aspectos que influyen actualmente en el funcionamiento y resultados del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara.
4. Elaborar propuestas de distribución en planta y organización de un taller para similares funciones y programa anual que el Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara que puedan servir de orientación para la reestructuración de este o para el proyecto de un nuevo taller.

Hipótesis:

H₀: La metodología propuesta permite una adecuada aplicación para la proyección, organización, estudios y perfeccionamiento de talleres de mantenimiento automotor en las FAR.

H₁: La metodología propuesta no permite una adecuada aplicación para la proyección, organización, estudios y perfeccionamiento de talleres de mantenimiento automotor en las FAR.

Estructura del informe de investigación.

El informe se estructura en tres capítulos cuyos contenidos responden a los objetivos propuestos y muestran la estrategia seguida en la investigación.

En el Capítulo I, se presenta la revisión de la literatura especializada, así como de otras fuentes bibliográficas con información y contenidos afines a los objetivos propuestos. Incluye aspectos generales referentes al mantenimiento y sus objetivos, tipos, sistemas y políticas de mantenimiento en general y al mantenimiento de equipos de flotas. Se precisa con la bibliografía el sistema de mantenimiento implementado en Cuba y su estado actual, así como, la base de talleres para el mantenimiento y reparaciones de flotas (BMRF), el proceso tecnológico general de reparación y mantenimiento de las máquinas y equipos, y los criterios, principios, consideraciones, sobre la Proyección en Planta, sobre el proyecto tecnológico de un taller y las áreas fundamentales y su distribución en el espacio para el mismo. La información necesaria para elaborar una metodología que integre de forma coherente y ordenada todos los

requerimientos de cálculo, principios, recomendaciones, etc. se concentra fundamentalmente en aportes de un reducido número de autores.

En el Capítulo II, se presenta una metodología general para la proyección, organización, estudios y perfeccionamiento o reordenamiento de talleres de mantenimiento y reparación de flotas de equipos automotor y sus agregados de explotación, elaborada a partir de la integración y ordenamiento de forma coherente, todos los requerimientos de cálculo, principios, consideraciones, recomendaciones, etc., identificados y recopilados de los diferentes autores.

En el Capítulo III, se expone un análisis general, donde se aplica la metodología elaborada, de la organización y la distribución y estado de las áreas en el Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara y se presentan propuestas de distribución en planta y organización para un taller de similares funciones y programa anual que el taller analizado, como posible orientación para la reestructuración de este o para el proyecto de un nuevo taller.

Por último, se arriba a conclusiones y recomendaciones específicas, se presenta la bibliografía referenciada y se agregan los anexos que complementan los contenidos del trabajo.

Capítulo I

Fundamentos Teóricos

1.1 Mantenimiento y sus objetivos

Todos los activos físicos (máquinas, equipos, instalaciones, etc.), con el tiempo y durante su explotación, además de su envejecimiento moral, sufren un envejecimiento físico progresivo inevitable por los desgastes naturales o de averías que se traducen en pérdidas de sus capacidades de trabajo y/o en fallas y averías, que deben ser restauradas las primeras, o corregidas (reparadas) las segundas, mediante acciones de mantenimiento que se desarrollan a lo largo de la vida del activo. (Herrera Artilles, 2005)

(Daquinta Grandaille, 2004), expone que toda máquina puede funcionar satisfactoriamente durante un plazo de tiempo prolongado únicamente si se cumplen determinadas operaciones de limpieza, lubricación, apriete de las uniones y regulación de las conjugaciones, etc., es decir, si se realiza un **conjunto de procesos y operaciones consecutivas periódicamente**, que se complementan y ligan mutuamente, y que componen el **sistema de mantenimiento técnico**.

De manera, que el mantenimiento es uno de los componentes indispensables para el buen funcionamiento, conservación, mayor vida útil y eficiencia de las plantas industriales, edificaciones, flotas de transporte, máquinas agrícolas y la técnica militar, etc.

Diversas, aunque muy coincidentes en contenido, son las definiciones dadas por diferentes autores al concepto de mantenimiento, así por ejemplo:

En las definiciones aprobadas por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN, 2014), se define el mantenimiento como las “Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada”.

La actividad del mantenimiento es el conjunto de acciones técnicas, organizativas y sistemas que al actuar sobre los medios de producción (activos físicos) permiten evitar averías y reparar las que se presentan, prever las averías mediante revisiones y otras técnicas más complejas como, diagnóstico técnico, monitoreo de estado y de condición, estadísticas, etc. (Herrera Artilles, 2011)

(De la Paz Martínez, 2011) define el mantenimiento como la integración de acciones técnicas, organizativas y económicas, encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos físicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad, para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal”.

A criterio del autor de este trabajo el concepto en el enunciado anterior de “.....conservar o restablecer el buen estado de los activos físicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste....”, no debe prestarse a imprecisiones o interpretación errónea, pues las acciones de mantenimiento solo pueden lograr preservar o reducir la intensidad del desgaste en pares de fricción o por la acción del medio, pero nunca reducir el desgaste que físicamente ya existe en el elemento o conjunto en el momento del mantenimiento. Los conceptos de desgaste e intensidad del desgaste son diferentes.

Se señala por (Herrera Artilles, 2011; De la Paz Martínez, 2011) que diversos autores como (Sánchez, 1999; Portuondo Pichardo 1990; Batista Rodríguez, 2000; Alkaim, 2003; Aguilera Martínez, 2001; Sotuyo Blanco, 2002; Fabro, 2003; Borroto Pentón, 2005; Alfonso Llanes, 2009) entre otros, han enunciado sus respectivas definiciones sobre el concepto de mantenimiento. Sin embargo, sustancialmente no se diferencian y coinciden en su esencia con las enunciadas con anterioridad.

De esta forma el mantenimiento está constituido en un conjunto de acciones de diferentes tipos con determinada finalidad y objetivos a lograr.

El **objetivo del mantenimiento** ha evolucionado con el tiempo, se torna cada vez más abarcador en la medida en que la seguridad industrial, la seguridad humana, la seguridad del medio ambiente, etc., alcanzan prioridades para la sociedad, los estados y para muchos empresarios en el mundo, que no dudan además, de que el mantenimiento también determina en la calidad del producto final. De manera que el objetivo básico de cualquier proceso de gestión de mantenimiento, es el de incrementar la disponibilidad de los activos físicos, para contribuir a la mayor seguridad industrial, a las personas y al medio ambiente, con los mínimos costos posibles y garantizar que dichos activos cumplan sus funciones de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional determinado. (Herrera Artilles, 2005).

Un grupo considerable de autores, entre ellos (Batista Rodríguez, 2000; Sotuyo Blanco, 2002; Da Silva Neto y Goncalves de Lima, 2002; Fabro, 2003; García Ahumada, 2001; García Garrido, 2003; Torres, 2005; Stefano, 2006; Lodola, 2006; Mora Gutiérrez, 2012); coinciden en definir el objetivo del área de mantenimiento, de manera general, como: “conseguir el nivel máximo de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y/o de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible”. Todo lo anterior implica: maximizar la productividad, incrementar el ahorro energético, minimizar el impacto en el medio ambiente, maximizar la seguridad e higiene, conservar el sistema de producción y servicios en funciones, con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de los fallos, adaptarse rápidamente a los cambios del entorno (flexibilidad), y controlar y reducir los costos a su mínima expresión.

En consecuencia con todo lo anterior, el objetivo del mantenimiento en la empresa debe estar dirigido a asegurar la competitividad de la misma por medio de: garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas, aumentar la vida útil de los activos físicos, satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa. Utilizar racionalmente los recursos humanos y materiales, cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio global con la reducción de los costos.

Es necesario precisar, que para ejecutar las acciones y tareas de mantenimiento y alcanzar los objetivos que se deben derivar del mismo, es imprescindible ubicar y organizar las mismas en tiempo y espacio a partir de la política y sistema de mantenimiento definido, con la correcta planificación y la organización, o proyección y organización de las instalaciones y las áreas de ejecución, de manera que se garantice un proceso eficiente, de calidad y seguro para los obreros, equipos y el medio ambiente.

1.2 Tipos, sistemas y políticas de mantenimiento

Diferentes instituciones y autores según (Herrera Artilles, 2005), utilizan indistintamente los términos políticas de mantenimiento, sistema de mantenimiento, tipos de mantenimiento y estrategias de mantenimiento, para referirse a la preservación del estado técnico del objeto, con la reducción de los tiempos de paradas, a los menores costos posibles. Así mismo clasifican o agrupan de forma diferentes los tipos o sistemas de mantenimiento.

(Tavares, 2001; Herrera Artilles, 2005; Mora Gutiérrez, 2007; De la Paz Martínez, 2011) y otros, clasifican básicamente los sistemas de mantenimiento en:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento Predictivo (en la práctica también una forma de mantenimiento preventivo).

Además de estos tres sistemas básicos, (De la Paz Martínez, 1997), con su tesis doctoral agrega a ellos el Sistema de Mantenimiento Alternativo (SAM), el que se refiere por (Herrera Artilles, 2005), que desde décadas anteriores, con diferentes nombres pero prácticamente con los mismos principios y contenidos, se ha desarrollado y aplicado en diferentes países.

Identifican además, la mayoría de los autores ya citados, como filosofías más actuales y avanzadas, el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Centrado en Riesgos (MCR), unido a otras tendencias como el Mantenimiento Asistido por ordenadores, la Tercerización y Cuarterización, el Análisis Causa Raíz de fallas, etc. Expresan además que el TPM y el RCM admiten la coexistencia de los sistemas correctivo, preventivo y predictivo.

(Torres, 2005), describe los tipos de mantenimiento según las normas AFNOR X60010 y 60011, que además de coincidir con las clasificaciones típicas de correctivo, preventivo (en las diferentes variantes), también considera el Mantenimiento Condicional, que consiste en acciones que se llevan a cabo, tanto para modificar las características de las instalaciones, máquinas o equipos, como para lograr de esta forma una mayor fiabilidad o mantenibilidad.

(Knezevic, 1996), identifica los sistemas de mantenimiento como políticas de mantenimiento como sigue:

Política de mantenimiento basada en la producción del fallo. Esta es lo mismo que el sistema de mantenimiento correctivo.

Política de mantenimiento basada en la vida del sistema. Lo mismo que el sistema de mantenimiento preventivo.

Política de mantenimiento basada en la inspección. Una variante del sistema de mantenimiento preventivo. Se realizan inspecciones técnicas a intervalos fijos hasta que se requiere la tarea de mantenimiento.

Política de mantenimiento basada en el examen. Similar a la anterior pero se examina la condición del objeto (acción predictiva).

Política de mantenimiento basada en la oportunidad. Se realizan tanto mantenimientos correctivos en el objeto averiado, como tareas de mantenimiento preventivo en los elementos restantes del objeto.

En la práctica no es común decidir por un solo sistema de mantenimiento en una industria o en una flota de equipos. Sin embargo el sistema más aplicado en la actualidad es el Sistema Preventivo Planificado en algunas de sus variantes. (Herrera Artilles, 2005)

Las tendencias en la actualidad se dirigen cada vez más a la aplicación del mantenimiento predictivo y la introducción de técnicas de monitoreo de condición.

1.2.1 Mantenimiento Correctivo (contra averías)

Es el primer tipo y sistema de mantenimiento aplicado, consiste en corregir las fallas cuando éstas se presentan, de forma no planificada, da cumplimiento a la solicitud del operario o usuario del equipo dañado. La organización del mantenimiento en este sistema en **espacio y tiempo** prácticamente no es posible y demanda un gran stock de piezas y de personal. Además al ejecutarse después de la aparición de la avería, no previene la ocurrencia de accidentes y daños secundarios, así como pérdidas de producción o de servicios. (Tavares, 2001; Herrera Artilles, 2008).

Los mismos autores plantean que el mantenimiento correctivo es el más fácil de implementar, sin embargo presenta ventajas y desventajas importantes:

Como ventaja más significativa se reconoce el aprovechamiento máximo de la vida de los elementos constructivos del objeto hasta su rotura y menor cantidad de personal especializado para su ejecución.

Las desventajas son significativas: el objeto se deteriora físicamente más rápido y reduce la vida útil, no es posible definir la plantilla de obreros de mantenimiento y los tiempos de espera y paradas por mantenimiento son altos con mayores índices de ociosidad y pérdidas de producción, mayores gastos en piezas de repuesto y en un mayor e impreciso stock, poca posibilidad de definir la causa de la falla, etc. Es el sistema de mantenimiento más costoso a mediano y largo plazo.

1.2.2 Mantenimiento Preventivo

Consiste en la realización de rondas de supervisión o de sustitución en períodos fijos de tiempo. Se puede definir como la programación de una serie de inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan y no a una demanda del operario o usuario, por lo que también se conoce como “Mantenimiento Preventivo Planificado” (MPP). (Herrera Artilles, 2008; Pérez, 2008)

Según los autores citados con anterioridad, una característica de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas oportunamente y corregirlas. Entre sus ventajas fundamentales, con relación al mantenimiento correctivo o contra avería, se distinguen las siguientes:

Con una buena organización del mantenimiento preventivo, se obtiene información histórica para la determinación de causas de las posibles fallas o del tiempo seguro de operación de un objeto y contribuye al conocimiento sobre puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.; los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento; disminuyen las grandes averías lo que evita reparaciones complejas; permite preparar con tiempo las condiciones para la acción determinada, la correcta organización, coordinación de todos los elementos, el completamiento necesario de piezas, herramientas y necesidad de personal.

Las desventajas fundamentales según los mismos autores son:

Ocurrencia de fallos inesperados y en momentos poco convenientes entre los intervalos de las atenciones o acciones técnicas planificadas; durante el mantenimiento muchos componentes en buenas condiciones serán desmontados, inspeccionados y posiblemente cambiados, otros elementos constructivos en buen estado pueden resultar dañados en el desarme o arme, lo

que obliga a su sustitución; es necesario como mínimo 2 a 3 años de operación y registro confiable para aplicar y determinar indicadores de fiabilidad y elaborar distribuciones empíricas aceptables.

1.2.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es considerado por muchos, más una filosofía que un método de trabajo. Se basa fundamentalmente en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que suceda y corregirlo sin perjuicios al servicio; se usan para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas. Este tipo de mantenimiento, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en qué período de tiempo ese fallo va a tomar una relevancia importante y poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, de manera que el fallo nunca tenga consecuencias graves. (Tavares, 2001; Herrera Artilles, 2011).

Los mismos autores plantean como ventajas del mantenimiento predictivo las siguientes:

Reduce o elimina significativamente el tiempo de parada perdido por fallas no previstas y al ocurrir puede conocerse con exactitud que órgano falló, lo que se traducen en incremento de la confiabilidad y la productividad; permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo, optimiza las funciones del mantenimiento; requiere una plantilla de mantenimiento más reducida para ejecutarlo; permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación sin peligro de fallos imprevistos. La verificación de estado del objeto, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico de comportamiento mecánico.

Son desventajas del mantenimiento predictivo, la necesidad de significativas inversiones en la compra de equipos e instrumentos y preparación del personal para tomar medidas de rutina, así como la instrucción a los ingenieros para evaluar las medidas. (Tavares, 2001; Herrera Artilles, 2011),

1.3 Sistema de mantenimiento de equipos de flotas. Su implementación en Cuba (Herrera Artilles, 1995)

El desarrollo alcanzado por Cuba en la mecanización y el transporte producto de las relaciones con la extinta URSS, dio lugar a la implementación del Sistema Preventivo Planificado de Mantenimiento Técnico y Reparación a la Maquinaria (SPPMTRM) cuya forma se presenta en la figura 1 anexo1.

La implementación del SPPMTRM, comenzó en el Ministerio de la Agricultura y paralelamente o inmediatamente después se extendió a los diferentes organismos y entidades cubanas, incluido las FAR donde hoy es el sistema que rige la actividad del mantenimiento aunque ya

existen talleres que comienzan a implementar las técnicas predictivas mediante el uso de determinadas técnicas y software para el diagnóstico.

El Sistema establece que la máquina nueva o reparada (ver anexo1), antes de iniciar la explotación debe pasar el asentamiento y durante su vida útil debe someterse periódicamente a los mantenimientos de diferentes complejidades y chequeos técnicos, la reparación, y en los momentos necesarios la conservación que en síntesis se describen:

Asentamiento (A). Su objetivo es asegurar el asentamiento y ajustes de las superficies de trabajo en toda máquina nueva o recién reparada antes de someterse a las cargas de trabajo. Se desarrolla bajo un régimen de trabajo previsto con aumento paulatino de cargas antes que la máquina sea sometida a explotación, generalmente prescrito por el fabricante. El desarrollo tecnológico y nuevos materiales y lubricantes, ha permitido reducir extraordinariamente los tiempos de asentamiento.

Mantenimiento Técnico Diario (MTD). Prevé el control del estado técnico de la máquina finalizado el turno de trabajo o antes de comenzar el próximo, se realiza a través de un chequeo visual y verificación auditiva. Se controla el estado de las sujeciones, los niveles de agua, aceite, combustible, el funcionamiento de los aparatos de control y se eliminan las deficiencias encontradas.

Mantenimiento Técnico Periódico (MTP). Se realiza después que la máquina ha ejecutado un determinado volumen de trabajo, su finalidad es chequear y restablecer las regulaciones de los mecanismos, uniones, conjuntos y órganos de trabajo, prevenir el desgaste prematuro de las diferentes piezas y conjugaciones, así como asegurar la economía y estabilidad de su funcionamiento.

Mantenimiento Técnico Temporal (MTT). Se realiza fundamentalmente en aquellos países donde existen cambios climatológicos significativos (no usado en Cuba), este mantenimiento se adecúa a las condiciones climatológicas, comprende el lavado del sistema de refrigeración, cambio de aceite en conformidad con la temporada en la cual trabajará la máquina, se realiza además el chequeo técnico de los conjuntos y mecanismos.

Mantenimiento Técnico Después de la Temporada (MTDT). Se aplica a equipos que se explotan por temporada y se realiza al final de la misma. Comprende el chequeo técnico del estado de la misma sin desmontaje, se determinan las posibilidades de la máquina para la conservación y explotación ulterior y se eliminan los defectos encontrados en el chequeo técnico.

Chequeo Técnico (CHT). Se realiza para controlar el cumplimiento de las reglas de explotación y revisar la correspondencia que debe existir entre el estado técnico real de la máquina y los requerimientos estipulados en la documentación técnica o para la función que

realiza. Permite, entre otras cosas, prevenir las fallas y mantenimientos correctivos no previstos, como resultados permite el incremento del período de servicio de la máquina, entre otras.

Reparación (R). Es el conjunto de operaciones y medidas que se realizan para restablecer la capacidad de trabajo del objeto, perdida por desgaste natural o de avería, rotura o deformación de determinados elementos, etc. La reparación general presupone sustitución de una gran cantidad de piezas, así como, el desmontaje total o parcial de la máquina, puede ser: mantenimientos correctivos o reparaciones corriente o de explotación, reparación media y general o capital. Los mantenimientos correctivos (**Reparación Corriente o de Explotación (RCE)**). Se puede realizar tanto en el taller, como en condiciones de campo con los medios móviles para esas tareas.

Reparación Media (RM). Esta nomenclatura o clasificación es poco usada en la actualidad. Este concepto implica el desmontaje parcial de la máquina, la reparación total o capital de por lo menos uno de sus agregados fundamentales y el chequeo y la regulación de los restantes.

Reparación General o Capital (RG). Comprende el desarme completo de la máquina y el defectado de todos sus elementos constructivos, de manera que puedan ser sustituidos o reparados según el caso. Se devuelve a la máquina todas las especificaciones de la documentación técnica, se deben realizar en talleres especializados o en talleres de uso general, siempre que exista el personal y equipamiento necesarios para ello.

Conservación de las Máquinas. Constituye una de las operaciones fundamentales dentro del (SPPMTRM), incluye un conjunto de medidas encaminadas a prevenir la disminución o pérdida de la capacidad de trabajo de las máquinas, como consecuencia de la falta de explotación de la misma durante períodos prolongados de tiempo.

Esta operación presupone la preservación de las diferentes piezas de la humedad, temperatura, u otras inclemencias y evitar sus influencias negativas sobre la capacidad de trabajo de la máquina. Antes de proceder a la conservación, la máquina debe ser correctamente lavada para posteriormente desmontar todos sus elementos constructivos, los que deben permanecer en locales especiales para su protección.

La conservación posee gran importancia para las FAR ya que permite asegurar la capacidad de trabajo y en disposición combativa de los medios de combate en tiempos de paz.

1.4 Base para el Mantenimiento y Reparaciones de Flotas (BMRF)

(Ulman, 1985; Herrera Artiles, 1995), destacan las diferencias significativas en las características del mantenimiento y de la base de mantenimiento y reparaciones de flotas

(ómnibus, camiones, automóviles, máquinas y equipos agrícolas y de construcción, etc.), con las del equipamiento e instalaciones industriales.

Precisan esos autores que en las instalaciones industriales tanto los objetos técnicos como las áreas, secciones y talleres de apoyo, y los recursos materiales y humanos se encuentran en la propia instalación o empresa; mientras que en el caso de las flotas, los objetos que la componen son de diverso tipos, marcas y modelos, al igual que los agregados que forman los sistemas para la explotación, y se trasladan constantemente cientos de kilómetros durante su explotación en un amplio territorio (autos, camiones, etc.) o se mueven a diferentes y extensas áreas como las máquinas y equipos agrícolas, de construcción, etc., las que deben ser transportadas para la explotación y para las atenciones técnicas de complejidad a los diferentes talleres.

Para los mantenimientos de las máquinas y equipos de flotas es necesaria una red de talleres y puntos de mantenimiento de diferentes categorías en correspondencia con las complejidades de la explotación, los mantenimientos y reparaciones de estos equipos. Esta red puede pertenecer totalmente a la propia empresa que explota los objetos, o, total o parcialmente a terceros. (Herrera Artiles, 2008)

La estructura, complejidad y componentes de la BMRF responden a las particularidades que presentan las flotas de equipos, dado entre otros aspectos por la composición de la flota en tipos, marcas y modelos, su variada complejidad tecnológica, dimensiones del territorio o área de acción de la flota, etc. que hacen compleja la planificación, organización, ejecución y control del mantenimiento y las políticas o sistemas de mantenimiento a aplicar en la red de talleres. (Herrera Artiles, 2008)

Según este autor las particulares fundamentales que caracterizan los equipos de flota se resumen en:

1. La uniformidad de distribución de los objetos sobre el territorio es relativa. Con distribución relativamente igual y mayor concentración, brinda mayor posibilidad de grandes talleres o empresas con grandes programas de servicios técnicos. Es necesario el estudio de costo-beneficio.
2. Ocurrencias de fallas no previstas de diferentes complejidades en lugares alejados de los talleres de mantenimiento y la necesidad de ejecuciones de mantenimientos correctivos en lugares y condiciones (condiciones de campo), no favorables para garantizar toda la calidad de dichos mantenimientos. Ello obliga a la implementación de unidades móviles de mantenimiento.

3. Gran diversidad de tipos, marcas y modelos de los objetos básicos y los agregados y otros medios que forman la flota. Esto determina la necesidad de crear talleres o empresas de reparación de diferentes tipos.
4. Dispersión en algunos casos de las empresas que atiende la red con influencia negativa de las distancias de transportación en los costos. Ello impide la creación de talleres de mantenimiento de gran capacidad
5. Carácter cíclico, temporal y ocasional del trabajo de muchos tipos de objetos. Esto implica alternativas y adecuación del sistema de mantenimiento a aplicar y dificulta la adecuada distribución de la carga de trabajo en el tiempo en los talleres, lo que provoca picos y sobrecargas que obligan a horas extras o contrataciones urgente de personal o a terceros, por el contrario etapas con bajas cargas de trabajo que incrementan significativamente la ociosidad de los obreros.
6. Ejecución de desiguales volúmenes de trabajo por los diferentes objetos. Esto complica en algunos casos la planificación y organización.
7. Comportamiento desigual del desgaste y envejecimiento físico de los objetos, para iguales volúmenes de trabajo real. Esto hace más compleja la prevención de fallas, diferencias apreciables en la complejidad de los mantenimientos correctivos, dificultades en los stock de piezas de repuestos y materiales, etc.

En el anexo 2 se muestra la estructura de la base del mantenimiento técnico y reparación de equipos de flota (se mantiene vigente actualmente en las FAR), se distinguen los siguientes tipos de instalaciones: (Herrera Artiles, 2008)

Talleres Centrales para trabajos complejos (TC). Brindan atención a toda la flota de una empresa o territorio, y en ellos se realizan las atenciones técnicas más complejas que incluyen mantenimientos correctivos planificados y de fallas no previstas. Entre sus áreas pueden estar las de reparación de los equipos y sus partes o agregados con su montaje y desmontaje, para el chequeo, reparación y/o regulación parcial o total de los aparatos de combustible, sistemas hidráulicos, equipos eléctricos y baterías eléctricas; para mantenimientos correctivos y algunas reparaciones de motores, para la ejecución de trabajos de soldadura, cerrajería, elaboración mecánica, etc. Realizan diagnóstico parcial o total del objeto como tareas predictivas. Realizan trabajos de reacondicionamiento de piezas.

Talleres de Base (TB). Son también nombrados por algunos autores “**Talleres Satélites**”. Están distribuidos territorialmente en la zona de explotación y constituyen eslabones fundamentales en la estructura de la base de mantenimiento. Están destinados a la ejecución de atenciones técnicas de menor complejidad en objetos complejos, mantenimientos correctivos de objetos de poca complejidad, así como, la conservación de objetos que trabajan

por ciclos o épocas. Pueden poseer puestos o áreas para mantenimientos, trabajos de forja, soldaduras, chequeo de elementos simples de aparatos de combustible, etc. Generalmente solo poseen taladradora de mesa y máquinas abrasivas. Pueden poseer medios de diagnóstico para la actividad predictiva. Los talleres de base trabajan en coordinación y cooperación con los talleres centrales.

Puntos de Revisión y Mantenimientos Menores (PMRM). Están destinados a la ejecución fundamentalmente del mantenimiento técnico diario de los objetos. Pueden estar ubicados cerca de los **TB** o cerca de las áreas de parqueo de las máquinas durante las horas de parada o en áreas apartadas en la zona donde realiza el trabajo parte de la flota por lo que pueden ser móviles.

Medios Móviles para el Mantenimiento y Diagnóstico (MMMD). Están dotados con el instrumental y equipamiento adecuado para diferentes labores o atenciones técnicas en el lugar de trabajo de los componentes de la flota, estos realizan los mantenimientos correctivos previstos y no previstos, servicio de aire comprimido, etc., así como diagnósticos y operaciones de mantenimiento predictivo.

Estos medios móviles pueden ser de dos tipos o categorías, equipados para trabajo de menor complejidad y los destinados a la realización de mantenimientos correctivos y reparaciones de mayor complejidad.

Como parte de la Red de Talleres se contemplan otros tipos de talleres para “servicios especializados”, que al igual que los anteriores descritos, no necesariamente tienen que pertenecer a la propia empresa que explota la flota, sino que pueden constituir parte de otras empresas o pequeñas empresas en sí y cuyos servicios se desarrollan mediante la tercerización. (Herrera Artilles, 1995)

Talleres de Uso General (TUG). Son diseñados para realizar reparaciones medias programadas, así como, imprevistas de diferentes complejidades y en algunos casos reparaciones generales. En ocasiones en estos talleres las reparaciones se realizan sobre la base de cambios de agregados y bloques reparados procedentes de empresas especializadas. Están destinados también para la producción y recuperación de piezas y el cumplimiento de todos los pedidos de las empresas.

Empresas o talleres especializados de la reparación (TER). Como regla general, están destinados a la reparación total de determinada línea de equipo; reparación de agregados, conjuntos y subconjuntos y bloques de las máquinas; para la reparación y recuperación centralizada de piezas y para la reparación de equipos especiales.

Centros de diagnóstico y mantenimiento (CDM). Son talleres o áreas destinadas para el diagnóstico técnico, mantenimientos correctivos no previstos, generalmente de los automóviles.

La reparación técnica se ejecuta sobre la base de agregados recibidos de los Puntos Técnicos de Intercambio, directamente de la empresa de reparación o reparados en el propio taller o área.

Centros Técnicos de Intercambio (CTI). Son centros para el intercambio de agregados y constituyen un eslabón de enlace entre los componentes de la red de talleres y entre esta y talleres especializados y proveedores de piezas, componentes de objetos reparados, etc. Estos centros reciben de los talleres de las empresas los agregados, conjuntos, bloques, etc. defectuosos y los que deben ser reparados y entrega a cambio los semejantes nuevos o reparados que ha recibido de las empresas especializadas o de las fábricas si son nuevos. A su vez envía a las empresas especializadas los agregados, conjuntos, etc. defectuosos que le fueron entregados para la reparación. El intercambio se realiza según el esquema de la figura 1.1.

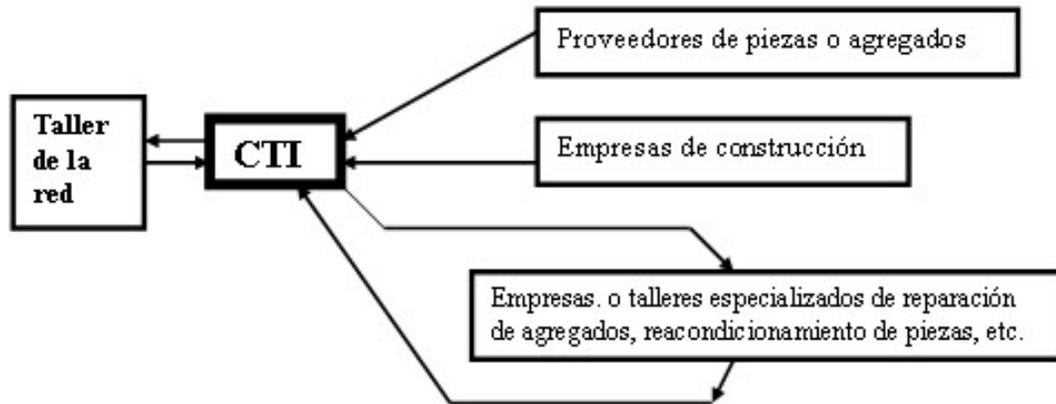


Figura 1.1 Esquema de intercambio entre el CTI y las demás entidades.

(Fuente: Herrera Artiles, 2008)

1.5 El proceso tecnológico general de reparación y mantenimiento de las máquinas y equipos

El proceso general de reparación se desarrolla sobre la base de una tecnología compuesta por diversas operaciones, que se organizan de acuerdo a un orden lógico y dependen fundamentalmente del tipo de servicio que se presta en el taller de mantenimiento. (Daquinta Grandaille, 2004)

El proceso tecnológico general según el autor antes citado se compone de las siguientes operaciones fundamentales:

- 1- Recepción de la máquina y su lavado.
- 2- Desarme de la máquina en conjunto, subconjunto y piezas.
- 3- Limpieza y lavado de las piezas
- 4- Control y clasificación de las piezas (defectado)
- 5- Recuperación de piezas y fabricación de piezas nuevas.
- 6- Completamiento de los subconjuntos y conjuntos
- 7- Arme de los conjuntos y sus rodajes, prueba y pintura.
- 8- Arme de la máquina, rodaje, prueba y pintura.

Uno de los elementos fundamentales dentro de los procesos de reparación y mantenimiento es la forma en que se organizan sus operaciones, las cuales se realizan bajo diversos criterios o métodos de organización, según el grado de división de las operaciones tecnológicas pueden ser: (Herrera Artilles, 1995; Daquinta Grandaille, 2004)

Reparación por brigadas: el volumen fundamental de los trabajos es realizado por una brigada compuesta por dos o tres mecánicos, mientras que las operaciones de soldadura, maquinado, forja, etc., se realizan por personal especializado. Este método se aplica en talleres pequeños, con escasos recursos humanos, con un programa de reparación bajo y una gran diversidad de marcas y modelos de los equipos. Tiene el inconveniente de que en un puesto se realizan diferentes tipos de trabajo, la productividad es baja y los costos se incrementan.

Reparación por conjuntos: el equipo que entra a la reparación se desarma en conjuntos o mecanismos que son enviados a talleres o departamentos especializados para su reparación, finalmente se realiza el ensamblaje del equipo con los conjuntos procedentes de dichos departamentos. Este método de reparaciones se aplica en talleres con capacidad mediana, con un pequeño programa, con pocas marcas o modelos entre los equipos que se reparan. Tiene como ventaja el incremento de la productividad del trabajo, la especialización del mecánico, la disminución del tiempo muerto y el costo de la reparación.

Reparación por conjunto-cadena: se desmontan los conjuntos y mecanismos del equipo, los cuales se reparan en diferentes departamentos; el ensamblaje final se realiza en una línea o cadena compuesta por diferentes puestos de trabajo, lo que permite así el montaje en forma consecutiva. Este método se utiliza en talleres grandes, de gran capacidad de trabajo, especializados en la reparación de tres o cuatro marcas de equipos. Este modelo permite un incremento superior de la productividad y una reducción de los costos.

Reparación por cadenas: se realiza el desarme del equipo en conjuntos o mecanismos, los cuales se dirigen a departamentos especializados en los que existen cadenas de reparación.

Una vez concluidas estas actividades, el ensamblaje final se efectúa en una línea compuesta por varios puestos de trabajo. Las ventajas de este método es que se logra una mayor división de las operaciones, mayor productividad, mayor automatización y especialización.

Reparación por intercambio de agregados: Como el equipo está compuesto por diferentes conjuntos o mecanismos independientes, los cuales no poseen una duración igual, las necesidades de reparación ocurren en momentos diferentes. Esto ocasiona el surgimiento de la reparación por intercambio de agregados, o sea, los conjuntos averiados son sustituidos por conjuntos reparados o nuevos, por lo que es posible efectuar la reparación en cualquier lugar y con las condiciones mínimas para ello.

1.6 Criterios y consideraciones sobre la proyección y distribución en planta

1.6.1 Generalidades sobre la Distribución en Planta

El objetivo primordial que persigue la proyección en planta es hallar el ordenamiento de las áreas de trabajo y del equipo más económico para el trabajo. A pesar de la aplicación de las técnicas de distribución más sofisticadas, la solución final requiere normalmente ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo o de servicio que tendrá lugar en la planta que se proyecta.

La distribución en planta puede ser afectada por diferentes factores, según (Vargas Vallejo, 2007), se definen los siguientes:

1. Materiales (materias primas, productos en curso, productos terminados). Incluye variedad, cantidad, operaciones necesarias, secuencias, etc.
2. Maquinaria.
3. Trabajadores.
4. Movimientos (de personas y materiales).
5. Espera (almacenes temporales, permanentes, salas de espera).
6. Servicios (mantenimiento, inspección, control, programación, etc.)
7. Edificio (elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, instalaciones existentes, etc.).
8. Versatilidad, flexibilidad y expansión.

En (Levitski, 1983) y (Chadrishev, 1986), se destacan diferentes consideraciones y recomendaciones a seguir y respetar para lograr una correcta distribución en planta en las que coincide (Vargas Vallejo, 2007) y las identifica como principios esenciales como sigue:

1. Principio de la satisfacción y de la seguridad
2. Principio de la integración de conjunto.
3. Principio de la mínima distancia recorrida.

4. Principio de la circulación o flujo de materiales.
5. Principio del espacio cúbico.
6. Principio de la flexibilidad.

La forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. (Gómez Figueroa, 2007), identifica tres formas básicas de la distribución en planta: las **orientadas al producto** y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las **orientadas al proceso** y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones **por posición fija**, correspondiente a las configuraciones por proyecto. Sin embargo, a menudo las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, en tales casos se conocen como **distribuciones celulares o híbridas**, dentro de las cuales la más común es aquella que mezcla las características de las distribuciones por producto y por proceso, para dar lugar a las distribuciones en planta por **células de fabricación**.

➤ **Características de la distribución en planta por Posición fija**

La distribución en planta por posición fija, es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna otra característica, ello provoca que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren el desplazamiento son el personal, la maquinaria, las herramientas y los materiales necesarios en la elaboración del producto, así como los propios clientes.

En la tabla 1.1 se muestran las ventajas, inconvenientes y recomendaciones de este tipo de distribución señaladas por (Gómez Figueroa, 2007).

Tabla 1.1 Ventajas, inconvenientes y recomendaciones de la distribución en planta por posición fija.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
<ul style="list-style-type: none"> • Poca manipulación de la unidad principal de montaje. • Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de espacio. • Movimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje. • Dificultad para utilizar equipos difíciles de mover. 	<ul style="list-style-type: none"> • El costo de mover la pieza principal es elevado. • El número de unidades a producir es bajo. • Las operaciones requieren principalmente trabajo manual o herramientas o maquinaria ligera.

➤ **Características de la distribución en planta por Producto** (Gómez Figueroa, 2007)

Esta distribución es adoptada cuando la producción está organizada, ya sea de forma continua o repetitiva, el caso más característico es el de las cadenas de montaje. En el primer caso (por ejemplo: refinерías, celulosas, centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos, pero cada caso es tan concreto y especializado que debe quedar en manos de expertos de la industria en cuestión.

En el segundo caso, el de las configuraciones repetitivas (electrodomésticos, vehículos de tracción mecánica, cadenas de lavado de vehículos, etc.), el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por el equilibrado de la línea con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado. En el anexo 3 se muestran las formas más habituales de las distribuciones en planta por producto y en la tabla 1.2 se muestran las ventajas, inconvenientes y recomendaciones de este tipo de distribución.

Tabla 1.2 Ventajas, inconvenientes y recomendaciones de la distribución en planta por producto.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
<ul style="list-style-type: none"> • Mínima manipulación de materiales. • Reducción del tiempo entre el inicio del proceso y la obtención del producto acabado. • Menos material en curso. • Mano de obra más fácil de entrenar y de sustituir. • Programación y control sencillos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor inversión. • Rigidez. • Diseño y puesta a punto más complejos. • El ritmo de producción lo marca la máquina más lenta. • Una avería puede interrumpir todo el proceso. • Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo. • El aumento del rendimiento individual no repercute en el rendimiento global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas. • Demanda estable.

➤ **Características de la distribución en planta por proceso** (Gómez Figueroa, 2007)

La distribución por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones sean denominadas también por funciones o por talleres. En ellas los distintos ítems tienen que moverse de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecidas para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá por regla

general diversas secuencias de operaciones lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres En la tabla 1.3 se muestran según el mismo autor las ventajas, inconvenientes y recomendaciones de la distribución en planta por proceso.

Tabla 1.3 Ventajas, inconvenientes y recomendaciones de la distribución en planta por procesos.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor utilización de los equipos y por tanto menor inversión. • Flexibilidad para los cambios en los productos y en la demanda. • Mayor fiabilidad. • Posibilidad de individualizar rendimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de materiales costoso. • Alto stock de materiales en curso de elaboración. • Programación compleja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de productos y demanda baja o intermitente de cada uno de ellos. • Maquinaria cara o difícil de trasladar.

La mejora de la distribución de planta y técnica para perfeccionar la productividad y reducir costos, solo es superada por la instalación de nuevas máquinas y tecnología para la producción. Una buena distribución de planta se traduce en reducción de costos operativos como resultado de:

- Reducción de riesgo a la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Simplificación del proceso productivo (reducción del tiempo de proceso).
- Incremento de la producción y la productividad.
- Disminución de los retrasos de la producción.
- Utilización eficiente del espacio.
- Mejor utilización de la maquinaria, mano de obra y/o de los servicios.
- Reducción de la manipulación de los materiales.
- Facilidad o flexibilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

La distribución en planta supone un proceso iterativo como el que se muestra en la figura 1.2.

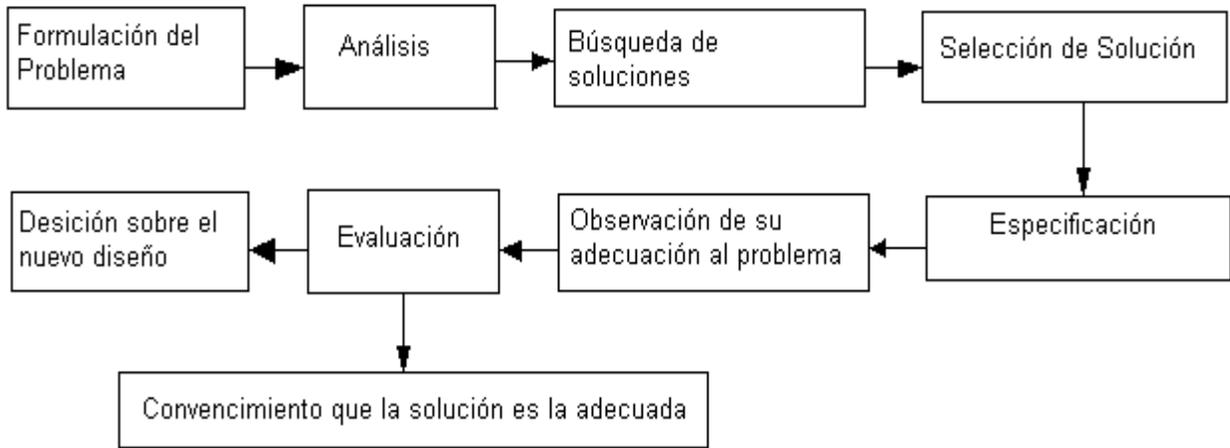


Figura 1.2 Secuencia de análisis de la proyección y distribución en planta. (Fuente; Morales Mayen, 2004)

El autor recomienda para lograr más facilidad cuando se enfrenta un problema de distribución en planta los siguientes criterios.

1. Planear el todo y después los detalles. Se comienza por determinar las necesidades generales de cada una de las áreas en relación con las demás y se hace una distribución general. Una vez aprobada esta distribución se procederá al ordenamiento detallado de cada área.
2. Plantear primero la disposición lineal y luego la disposición práctica. En primer lugar se realiza una distribución ideal sin tener en cuenta ningún condicionante. Después se realizan ajustes de adaptación a las limitaciones existentes: espacios, costos, construcciones, etc.
3. Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades de la producción. El diseño del producto y las especificaciones de fabricación determinan el tipo de proceso a emplear. Se debe determinar las cantidades o ritmo de producción de los productos antes de calcular qué procesos son necesarios. Después de “dimensionar” estos procesos se elige la maquinaria adecuada.
4. Planear la distribución en base al proceso y la maquinaria. Antes de comenzar con la distribución debemos conocer con detalle el proceso y la maquinaria a emplear, así como sus condicionantes (dimensiones, pesos, necesidades de espacio en los alrededores, etc.).
5. Proyectar el edificio a partir de la distribución. La distribución se realiza sin tener en cuenta el factor edificio. Una vez conseguida una distribución se determina el edificio necesario. No deben hacerse más concesiones al factor edificio que la estrictamente necesaria. Este debe ser flexible, y poder albergar distintas distribuciones de maquinaria. Hay ocasiones en que el edificio es más duradero que las distribuciones de líneas que puede albergar.

6. Planear con la ayuda de una clara visualización. Los planos, gráficos, esquemas, etc., son fundamentales para poder realizar una buena distribución.
7. Planear con la ayuda de otros. La distribución es un trabajo de cooperación, entre los miembros del equipo, y también con los interesados (cliente, gerente, encargados, jefe taller, etc.). Es más sencillo conseguir la aceptación de un diseño cuando se ha contado con todos los interesados en la generación del mismo.
8. Comprobación de la distribución. Todos los implicados deben revisar la distribución y aceptarla. Después pueden ser definidos otros detalles.

1.6.2 Criterios y principios generales sobre el proyecto tecnológico

El diseño de un taller nuevo implica cumplir con toda la documentación necesaria, más o menos compleja según el tipo y magnitud del proyecto, pero en todos los casos deben quedar bien definidos los objetivos a cumplir por dicho taller, la fundamentación y justificación de su necesidad, tipo de actividad que realizará y otros aspectos que son motivos de estudio, debe atenderse el aspecto económico tanto en la justificación y construcción, como en la evaluación técnico-económica del taller ya en producción .

1.6.2.1 Tarea del proyecto.

La tarea del proyecto es un documento elaborado en conjunto por el interesado y la entidad proyectista, en el que se tienen en cuenta las existencias y necesidades de estos talleres (Herrera Artiles, 1995).

Señala el mismo autor que en la elaboración de la tarea del proyecto se toman en cuenta los siguientes elementos.

1. Nombre (tipo de taller)
2. Fundamentación del proyecto
3. Región, lugar y área de construcción.
4. Tipos de productos y potencialidad de producción de los principales.
5. Régimen de trabajo.
6. Especialización prevista, cooperación de la producción y económica.
7. Condiciones para la limpieza y evacuación de aguas negras.
8. Proceso tecnológico fundamental y su equipamiento.
9. Plazo de construcción previsto.
10. Volumen previsto de inversión de capital y principales parámetros técnicos-económicos del taller que se deben alcanzar al - concluir el proyecto.
11. Etapas del proyecto.
12. Nombre la organización u organismo que proyecta.

13. Nombre de la entidad constructora.

La tarea del proyecto debe ser aprobada por los organismos y niveles establecidos.

1.6.2.2 El proyecto técnico.

Es un documento en el cual quedan resueltos los siguientes aspectos: (Herrera Artiles, 1995)

1. Aseguramiento del flujo de equipos a reparar, materiales, agua etc.,
2. Esquemas de las líneas de transporte.
3. Especialización y cooperación de la producción.
4. Procesos tecnológicos de la producción que aseguran la mayor productividad del trabajo posible a alcanzar, para el tipo de taller y su programa de producción.
5. Organización económica de la producción.
6. Especialización y cooperación de la producción.
7. Aseguramiento de personal calificado.
8. Solución de la variante óptima para la distribución de las edificaciones.
9. Solución de aspectos arquitectónicos, constructivos y de planificación de espacios para las principales edificaciones, tipos de materiales de construcción, instalaciones sanitarias, eléctricas, de oficina, etc.,
10. Creación de condiciones para la organización científica del trabajo y servicio comunal para los trabajadores.
11. Proporcionar viviendas a los trabajadores si fuese necesario.
12. Organización y duración de la construcción.
13. Costo de la construcción.
14. Parámetros técnico-económicos como productividad del trabajo, costo por peso de la producción, rentabilidad de la producción, nivel de automatización o mecanización, reserva energética y efectividad económica del capital invertido.

Los planes de trabajo: Se elaboran de acuerdo con el proyecto técnico aprobado o junto con el proyecto propuesto.

1.6.2.3 Cálculo Tecnológico del Taller. Métodos de cálculo para determinar los espacios

El cálculo tecnológico es el elemento fundamental que define los resultados del proyecto del taller, comprende la determinación de las necesidades para los distintos elementos fundamentales que componen todo taller, los cuales enumera (Daquinta Gradaille, 2004), como sigue:

- Plan de producción o de servicio técnico.
- Cálculo del volumen de trabajo anual.
- Fuerza de trabajo necesaria.

- Áreas productivas, almacenes, pañol, áreas socio-administrativas, de parqueo y acceso al taller; de ellas el área total techada.
- Equipamiento tecnológico fundamental y complementario.
- Necesidades de energía eléctrica, agua, aire comprimido e iluminación.

Uno de los elementos fundamentales dentro del cálculo tecnológico es la determinación de los espacios del taller ya que estos definen las condiciones de trabajo del obrero y la capacidad de ejecución de las tareas de mantenimiento, para abordar el cálculo de superficies se debe conocer e inventariar los equipos, maquinaria e instalaciones que se van a utilizar en el proceso así como todos los servicios anexos, departamentos y oficinas (Morales Mayen, 2004). El mismo autor define como métodos para calcular el espacio los siguientes:

- Determinación de los espacios por extrapolación:

Se basa en el estudio y análisis de espacios dedicados a la misma actividad en otras fábricas ya existentes y extrapolarlos al diseño que se ejecuta. Cuanta más experiencia acumule el técnico proyectista más fácil y exacta es la extrapolación.

Es adecuado cuando se necesita elaborar un proyecto con rapidez, o cuando no se dispone de la suficiente información para utilizar un método de cálculo preciso.

- Utilización de las normas de espacio:

Existen normas estándar de espacio que definen las necesidades de espacio. Estas normas se han establecido para determinadas circunstancias, por lo que es necesario analizar si es factible su uso en las condiciones concretas del proyecto o deben ser adaptadas.

- Utilización de fórmulas de cálculo:

Existen expresiones de cálculo para determinar la necesidad de espacio, se basan principalmente en el área ocupada por el objeto, los medios auxiliares de trabajo y un coeficiente definido (K_{sec}) de acuerdo al tipo de área que se proyecta.

1.6.2.4 Áreas fundamentales del taller de mantenimiento y reparación

Para determinar con exactitud las áreas que debe poseer el taller es necesario determinar el tipo de mantenimiento que se va a realizar, visitar otras entidades con similar actividad, basarse en la experiencia operativa de los equipos y consultar los registros de fallas para determinar cuáles son las más comunes. (Briceño Mejías, 2012)

Según el mismo autor las áreas fundamentales de un taller de mantenimiento de equipos de flotas automotor son:

- Área de oficinas
- Área de inspección y diagnóstico
- Área de Lavado
- Área de cauchos o ponchera
- Área de Soldadura
- Área de Pintura
- Cuarto de Herramientas
- Área de Electricidad
- Área de mantenimiento
- Área de Hidráulica
- Área de Motores y componentes mayores
- Almacén de Insumos y repuestos

Además de estas áreas identificadas por (Briceño Mejías, 2012), otros autores, entre ellos (Herrera Artiles, 1995) y (Daquinta Gradaille, 2004), consideran como fundamental otras que se recogen en la tabla 7 (anexo 12).

Conclusiones Parciales

1. El marco teórico referencial de la investigación reveló la importancia de analizar aspectos y conceptos generales del mantenimiento, se hace énfasis en los procesos de distribución en planta y los aspectos a tener en cuenta durante el cálculo tecnológico del taller.
2. La determinación de los espacios constituye uno de los elementos fundamentales dentro del cálculo tecnológico del taller, no solo para el dimensionamiento general y la distribución en planta, sino también para garantizar las condiciones de trabajo del obrero y una adecuada productividad.
3. No se encontró en la bibliografía consultada, una específica que dominara todos los elementos de cálculo, consideraciones, recomendaciones, etc. integrados en un ordenamiento metodológico para la proyección y organización de talleres del tipo estudiado. No obstante, la recopilación e identificación de los aportes a los objetivos propuestos en diferentes autores permitió recopilar e identificar la información necesaria para la elaboración de una metodología para los fines propuestos en el trabajo.

Capítulo II

Metodología para la proyección, organización y análisis de talleres de mantenimiento de equipos de flota

2.1 Determinación del programa de servicio técnico del taller

Las actividades de servicio técnico que va a realizar un taller en el año, determinan el plan de producción anual y se deben desglosar por meses, decenas, semanas, o como sea más conveniente establecer para el cálculo y planificación del resto de las actividades del taller. El plan de producción de un taller se debe expresar en unidades físicas y en valores. Las unidades físicas expresan la cantidad de servicios técnicos programados para ejecutar en el año y constituye el plan de servicio técnico y una de las informaciones básicas que rigen las actividades de mantenimiento y reparación. (Daquinta Grandaille, 2004).

El plan de servicio técnico es el elemento básico que determinará el volumen de trabajo anual en Hombres-horas (H-h) y permite determinar sus necesidades en obreros, instalaciones, áreas productivas y equipamientos, imprescindibles para garantizar el cumplimiento, con la calidad requerida, de las actividades de mantenimiento y reparación. (Herrera Artiles, 1995)

La cantidad de servicios técnicos se puede calcular para un parque de equipos nuevos, para un parque de equipos en explotación o un parque mixto. Si se trata del proyecto o cálculo de un nuevo taller es conveniente tener en cuenta los planes de crecimiento del parque para los próximos cinco años, de manera que el nuevo taller contemple las capacidades perspectivas o el terreno físico para el crecimiento de la capacidad según se demande.

Para el cálculo general de la cantidad de servicio que se va a realizar en un año en el taller, se utilizan las expresiones 2.1 a la 2.6, las cuales expresan una relación entre el trabajo que va a realizar el equipo y la periodicidad establecida para cada tipo de servicio técnico. De esta forma se determina la cantidad de mantenimientos y las reparaciones que va a recibir cada marca y modelo de equipo, la suma total representa un plan de servicio técnico para el parque de equipos. (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995)

Cantidad de reparaciones generales

$$N_{RG} = \frac{Pa * n}{P_{RG}} \quad (2.1)$$

donde:

N_{RG} - Cantidad de reparaciones generales.

Pa - Productividad anual o volumen de trabajo que va a realizar el equipo en el año, expresado en combustible consumido, moto-horas, kilómetros recorridos, toneladas transportadas, etc.

n - Número de equipos de la misma marca y modelo.

P_{RG} - Periodicidad de la reparación general.

Cantidad de reparaciones medias

$$N_{RM} = \frac{Pa * n}{P_{RM}} - N_{RG} \quad (2.2)$$

donde:

N_{RM} - Cantidad de reparaciones medias.

P_{RM} - Periodicidad de la reparación media.

Cantidad de mantenimientos técnicos planificados

$$N_{MTP3} = \frac{Pa * n}{P_{MTP3}} - N_{RG} - N_{RM} \quad (2.3)$$

$$N_{MTP2} = \frac{Pa * n}{P_{MTP2}} - N_{RG} - N_{RM} - N_{MTP3} \quad (2.4)$$

$$N_{MTP1} = \frac{Pa * n}{P_{MTP1}} - N_{RG} - N_{RM} - N_{MTP3} - N_{MTP2} \quad (2.5)$$

donde:

$N_{MTP3}, N_{MTP2}, N_{MTP1}$ - Cantidad de mantenimientos 3, 2 y 1

$P_{MTP3}, P_{MTP2}, P_{MTP1}$ - Periodicidad de mantenimientos 3, 2 y 1

Cantidad de servicios de fregado y engrase

$$N_{fe} = \frac{Pa * n}{P_{fe}} \quad (2.6)$$

donde:

N_{fe} - Cantidad de servicios de fregados y engrase.

P_{fe} - Periodicidad de las actividades de fregado y engrase.

Mediante las expresiones anteriores se calculan las actividades planificadas de servicio técnico, pero en la atención a las máquinas en explotación también van a surgir servicios técnicos difíciles de programar como lo son las reparaciones eventuales o por averías. Estos últimos pueden ser planificados cuando se lleva una rigurosa estadística de las fallas que presentan los equipos durante la explotación, por lo que se hace necesario la confección de una base de datos donde queden registradas todas las eventualidades, mientras más años de acumulación de información, más confiable y cercana a la realidad será la planificación. (Herrera Artiles, 2008)

2.2 Elaboración del plan gráfico anual y el gráfico de carga del taller

El plan gráfico anual es confeccionado con el objetivo de realizar una distribución uniforme de las actividades de servicio técnico que le corresponde a cada equipo por marca o modelo, según el volumen de trabajo planificado; se establece un balance de la cantidad y el volumen de los trabajos de mantenimiento y reparación por meses. Dentro de este plan se introduce el volumen de los trabajos auxiliares, que constituye un elemento de balance dentro de la planificación (Anexo 4). (Daquinta Grandaille, 2004)

La elaboración del gráfico de carga anual se realiza a partir de las acciones de mantenimiento a ejecutar, de diferentes niveles de complejidad y las laboriosidades en horas-Hombre de esas acciones, contenidas en el programa general de la empresa o área para la cual se confecciona. Permite establecer una uniformidad de distribución por meses para facilitar la planificación y el control. (Ver anexo 4). La suma total de las laboriosidades en cada mes, si existe una adecuada distribución de la carga total por meses, no debe exceder del 5 a 6% del valor medio mensual. Si no se cumple esta condición y es uno de los objetivos del gráfico, se deben hacer los reajustes cuando sea posible. (Herrera Artilles, 2008)

2.3 Determinación del volumen de trabajo de servicio técnico

El volumen de trabajo anual de un taller significa la laboriosidad o carga de trabajo que se debe vencer para ejecutar las actividades de servicio técnico. Esta laboriosidad se expresa en Hombres- horas (H-h), y es la base fundamental para determinar cualquier tipo de demanda en el taller, de acuerdo con la utilización y productividad efectiva que se programe, con los obreros productivos y con el equipamiento fundamental (Herrera Artilles, 1995; Daquinta Grandaille, 2004).

Si se conoce el plan de servicios técnicos a ejecutar por el taller durante el año y se tienen definidas las laboriosidades en H-h para cada tipo de servicio técnico es posible calcular el volumen de trabajo del taller, a través de la expresión 2.7. (Herrera Artilles, 2008)

$$V_t = N_s * L_s * K \quad (2.7)$$

donde:

V_t - Volumen de trabajo de cada servicio técnico planificado.

N_s - Cantidad de servicios técnicos por tipo, que se van a ejecutar en el año.

L_s - Norma de laboriosidad establecida para la ejecución de cada servicio técnico.

K - Coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo.

El volumen de trabajo anual necesario para ejecutar las actividades de servicio técnico no planificadas, o sea, las reparaciones por roturas imprevistas que pueden ocurrir, se calcula en dependencia de la productividad anual de los equipos por la expresión 2.8, para los equipos de transporte y agrícolas. (Daquinta Grandaille, 2004)

$$V_{ta} = P_a * L_a * n * K \quad (2.8)$$

donde:

V_{ta} - Volumen de trabajo de los servicios técnicos no planificados.

L_a - Normas de laboriosidad establecidas para la ejecución de los servicios técnicos no planificados (incluye fallas no previstas).

El volumen de trabajo de las actividades no planificadas depende en gran medida de datos estadísticos de registros de fallas en talleres dedicados a la actividad, las experiencias de estos talleres pueden ser extrapoladas a las condiciones del taller que se proyecta. (Herrera Artilles, 1995)

En caso de un taller y un parque de equipos que inicia o se incorpora a la explotación, o no se cuenta con registros de fallas el volumen de trabajo de las actividades no planificadas se puede extrapolar o en última instancia estimar de un 15% al 25% del volumen de trabajo de las actividades programadas, este porcentaje será menor o mayor de acuerdo con las características del parque de máquinas. (Herrera Artilles, 1995)

El volumen de trabajo anual de los servicios depende de varios factores, bajo cuya influencia experimentan fuertes cambios. Por lo anterior se hace necesario corregir los volúmenes de trabajo normales para adaptarlos a las verdaderas cargas de trabajo, las cuales dependen de las condiciones de explotación, la calidad de la operación y las características constructivas de las máquinas (Herrera Artilles, 1995; Daquinta Grandaille, 2004).

El coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo es el recurso matemático que permite evaluar las verdaderas cargas de trabajo que se van a producir en el taller; su valor promedio oscila entre 1,0 a 1,3 y se determina por la expresión 2.9. (Daquinta Grandaille, 2004)

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 \quad (2.9)$$

donde:

K_1 - Coeficiente de variación del volumen de trabajo en dependencia de las condiciones de explotación, se encuentra entre 1 a 1,25.

K_2 - Coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo en dependencia del tipo de equipo, su valor oscila de 1 a 1,25.

K_3 - Coeficiente que tiene en cuenta la cantidad de máquinas que se atenderán en el taller, su valor oscila de 0,9 a 1,0.

K_4 - Coeficiente que considera las condiciones climáticas que imperan en el lugar de trabajo, su valor oscila entre 1,0 a 1,2.

K_5 - Coeficiente que depende del estado técnico y vida útil de los equipos, su valor oscila entre 1 a 1,3.

K_6 - Coeficiente que depende de la organización del trabajo en los puestos, su valor oscila entre 0,5 a 0,8.

El proyectista o especialista debe ajustar la corrección de los volúmenes de trabajo de acuerdo con los criterios anteriores; en todos los casos dejará bien establecidas todas las condiciones de explotación, de operación y las características de la composición del parque de máquinas.

Este factor normalmente se comporta entre un 10 a un 30 % de aumento respecto al volumen de trabajo calculado.

Además de los trabajos de servicio técnico que se ejecutan a los equipos en el taller, existen otros volúmenes de trabajo que de un modo indirecto también son necesarios realizar para mantener la capacidad de trabajo de los equipamientos e instalaciones tecnológicas, sanitarias y energéticas que componen el taller. También es necesario reparar algunos medios auxiliares, dispositivos, herramientas y equipos no estandarizados (Herrera Artiles, 1995).

El volumen de los trabajos auxiliares que realiza un taller a decir de los autores antes citados, de modo general, se establece entre el 10 al 15 % del volumen total de los trabajos productivos de servicio técnico. El valor obtenido se distribuye aproximadamente por las áreas, en dependencia de las dimensiones del taller.

2.4 Cálculo del régimen de trabajo y fondo de tiempo para obreros y equipos del taller

El régimen de trabajo de las empresas se determina sobre la base del programa de producción y del carácter de esta, y prevé el establecimiento de los parámetros siguientes; (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995)

- Número de horas en cada turno de trabajo.
- Número de turnos en el día.
- Número de días de trabajo en la semana.

El fondo nominal anual de tiempo del obrero (F_{no}) está caracterizado por la cantidad de días laborales al año y por la duración en horas del turno de trabajo, se determina por la expresión 2.10.

$$F_{no} = [365 - (D_d - D_f)] * T_t \quad (2.10)$$

donde:

365 - Días calendarios del año.

D_d - Días de descanso al año, se toman 52 domingos y 26 sábados.

D_f - Días feriados al año, en Cuba se declaran 6 días.

T_t - Duración de un turno de trabajo, se asume 7,25 h.

Para calcular la cantidad de obreros productivos, es necesario considerar además de los conceptos anteriores, la cantidad de días de vacaciones al año y los días de ausencias justificadas, establecidas para cada obrero según la ley vigente. Se establece un fondo real anual de tiempo del obrero, el cual se calcula por la expresión 2.11.

$$F_{ro} = (F_{no} - H_v) * k \quad (2.11)$$

donde:

H_V - Vacaciones permisibles.

k - Coeficiente de cálculo que toma en cuenta la no asistencia al trabajo del trabajador por enfermedad y otras no planificadas, $k = 0,96-0,97$.

El fondo nominal anual de tiempo del equipo es igual al fondo nominal anual de tiempo del obrero, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$F_{ne} = F_{no} \quad (2.12)$$

El fondo real anual de tiempo del equipo se determina por la expresión 2.13.

$$F_{re} = F_{ne} * \mu \quad (2.13)$$

donde:

μ - Coeficiente de cálculo por paradas por causa de mantenimientos. $\mu=0.95$.

2.5 Cálculo de la plantilla y el número de puestos de trabajo (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 2008)

Son diversas las actividades que deben atenderse en un taller para lograr su correcto funcionamiento. Dichas actividades de forma general se dividen en productivas y no productivas.

Las actividades productivas comprenden aquellos trabajos directos y propios de la actividad de servicios técnicos a los equipos, y su sistema de cálculo siempre está determinado a partir de la cuantificación del volumen de trabajo para secciones y áreas de taller.

Las actividades no productivas comprenden aquellos trabajos de control, organización, planificación y administrativos, cuyo valor no puede de modo alguno cuantificarse, sino que se establecen a partir de los deberes funcionales prescritos para cada puesto de trabajo según la estructura técnico-organizativa que rija para cada caso.

La plantilla del taller incluye a todas las personas que trabajan en este. Contempla las siguientes categorías de obreros y empleados: personal administrativo y de dirección, personal técnico de producción, obreros productivos o directos, obreros auxiliares y personal de mantenimiento interno.

Los obreros productivos son aquellos que participan directamente en el proceso de producción del taller, ellos son: mecánicos, electricistas, chapisteros, soldadores, torneros, etc. El cálculo de su necesidad se realiza a partir del volumen de los trabajos por puestos o secciones de trabajo, significa una relación entre el volumen de trabajo y fondo real de tiempo de un obrero y se expresa por la expresión 2.14.

$$P_{ob} = \frac{V_{ta}}{F_{ro}} \quad (2.14)$$

donde:

P_{ob} - Cantidad de obreros directos en la producción.

V_{ta} - Volumen de trabajo anual por área, en H-h.

F_{ro} - Fondo real anual de tiempo del obrero, en h.

La cantidad de obreros indirectos a la producción se determina según la siguiente correlación de los obreros indirectos por específico con relación a la cantidad de obreros directos. Al personal administrativo y de dirección le corresponde entre un 12 a 14 % de los obreros directos a la producción, al personal técnico de producción entre un 13 a 15 % de los obreros directos a la producción, a los obreros auxiliares entre un 12 a 13 % de los obreros directos a la producción y al personal de mantenimiento interno entre un 2 a 3 % de los obreros directos a la producción.

Por lo tanto, la composición total de la plantilla del taller (P) de servicio técnico se calcula por la expresión 2.15.

$$P = P_{ob} + P_t + P_a + P_{aux} + P_s \quad (2.15)$$

donde:

P_t - Cantidad de personal técnico.

P_a - Cantidad de personal administrativo.

P_{aux} - Cantidad de obreros auxiliares.

P_s - Cantidad de obreros de servicio.

Los puestos de trabajo se designan de acuerdo con el proceso tecnológico de servicio técnico y al equipamiento calculado. Estos se deben calcular para las diferentes áreas productivas, por la expresión 2.16.

$$C_{pt} = \frac{V_{ta}}{F_{ro} * n} \quad (2.16)$$

donde:

C_{pt} - Cantidad de puestos de trabajo.

V_{ta} - Laboriosidad de los trabajos en esta área, en H-h.

F_{ro} - Fondo de tiempo del área de trabajo, en h.

n - número de obreros que laboran en el puesto de trabajo, se puede asumir de 1 a 3.

2.6 Selección y fundamentación del proceso Tecnológico

El proceso tecnológico de las actividades de servicio técnico está en dependencia del tipo de taller y del objetivo de este. Al proyectar un taller debe hacerse un organigrama que contenga las operaciones fundamentales; por ejemplo, el proceso tecnológico para la reparación general

de un motor está contenido en varias operaciones fundamentales como son: recepción, lavado exterior, desarme, lavado de pieza, defectado, reparación de los sistemas, reparación o recuperación de las piezas, completado, ensamblaje, prueba, pintura y entrega.

Luego de conocer las ventajas y desventajas de los diversos métodos de organización de servicio técnico, expresadas en el capítulo I de la investigación, los cuales según el grado de división de las operaciones tecnológicas, pueden ser por brigada especializada o compleja, conjunto, conjunto cadena, cadena y por intercambio de agregado, el proyectista selecciona él o los métodos de servicio técnico que va a utilizar en el taller, y fundamenta su utilización para lo cual tiene en cuenta las características de cada tipo de operación de servicio, el nivel de especialización del taller y la cantidad de equipos que va a atender. Luego el proyectista argumenta el contenido de trabajo de cada área o departamento que interviene en el proceso tecnológico del servicio técnico (Daquinta Grandaille, 2004).

2.7 Selección y cálculo del número de equipos de la sección (Herrera Artiles, 1995)

El equipamiento se selecciona sobre la base del proceso tecnológico que se aplica y el tipo de trabajo que realizará el taller, y se calcula solo en casos de proyección del taller o para una modificación o ampliación. En la práctica se somete al cálculo solo el equipamiento costoso y de cierta complejidad (máquinas herramientas, bancos de prueba, etc.); el resto del equipamiento se determina con la utilización de tablas típicas, por recomendaciones de expertos, experiencias de la misma empresa, etc. y se adaptan a cada empresa o taller.

Para el caso general el cálculo de la cantidad de diferentes tipos de equipos se realiza por la expresión siguiente:

$$K_{TE} = \frac{\sum V_{TE}}{F_{RE} * \beta_i * Z} \quad (2.17)$$

Donde:

K_{TE} – cantidad total de equipos de diferentes tipos.

$\sum V_{TE}$ – suma total de los volúmenes de trabajos o laboriosidades que se ejecutan en cada equipo (h-H).

F_{RE} – fondo de tiempo anual real del equipamiento, en horas.

β_i – coeficiente que tiene en cuenta la utilización del equipamiento ($\beta_i = 0,7 - 0,95$).

Z – el número de turnos de trabajo.

En general la complejidad del cálculo está en correspondencia con la complejidad del taller, método de la reparación y organización del proceso, etc.

Como otra forma para determinar los equipos y herramientas que debe poseer el taller de mantenimientos y reparaciones, se pueden utilizar las recomendaciones establecidas por (Morales Mayen, 2004) quien establece el herramental mínimo que debe poseer el taller para lograr un servicio técnico de calidad.

2.8 Determinación de las áreas productivas y auxiliares del taller

Al comenzar la proyección del taller de servicio técnico es necesario seleccionar el esquema del proceso de producción, es decir, el orden de las operaciones que se van a realizar. Para los talleres lo más lógico es seleccionar el esquema del flujo directo, y el edificio del taller tomado en forma rectangular. (Levitski, 1983; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995).

También para los talleres de servicio técnico se pueden utilizar esquemas de composición de las secciones de producción en forma de (L), o en forma rectangular (U). La forma del flujo fundamenta la interrelación posicional de los departamentos y por tanto, del área de producción. Las formas que se utilizan expresan cómo se ubican los departamentos o secciones, según las operaciones tecnológicas.

Las áreas productivas se calculan mediante dos métodos fundamentales: (Herrera Artilles, 1995, Chadrishev, 1986)

Por el área específica del equipo: en el desarrollo de este método se calcula primeramente la cantidad de equipamiento tecnológico que se necesita para cada puesto de trabajo; luego, a partir del área específica normada para cada máquina y las zonas de trabajo y pasillos, se determina el área necesaria para cada puesto o sección por la expresión 2.18.

$$A_{\text{sec}} = f_e \cdot K_{\text{sec}} \quad (2.18)$$

donde:

A_{sec} - Área de la sección productiva, en m².

f_e - Área total ocupada por el equipamiento según su proyección horizontal y sus dimensiones máximas, en m².

K_{sec} - coeficiente de la zona o sección de trabajo que tiene en cuenta la superficie necesaria para el trabajo normal del trabajador. Se determina por tablas. $K_{\text{sec}} = (3 - 6)$ en general, pero toma valores específicos según sea la sección y esos valores dependen de normas de seguridad e higiene del trabajo de la empresa u órganos estatales competentes.

Por el área específica para un puesto de trabajo: este método consiste en determinar previamente la cantidad de obreros directos que se necesitan en cada puesto de trabajo o sección y luego, en dependencia del área específica establecida para cada obrero de acuerdo

con su especialidad, se determina el área necesaria para cada puesto o sección de trabajo por la expresión 2.19.

$$A_{\text{sec}} = f_t \cdot N_{O_{\text{sec}}} \quad (2.19)$$

donde:

f_t – área específica destinada a un operario, en m². Es regulada también como (K_{sec}) en normas de seguridad e higiene del trabajo.

$N_{O_{\text{sec}}}$ - Cantidad de obreros productivos en la sección en el turno de trabajo principal.

Las áreas auxiliares son aquellas correspondientes a las áreas administrativas, sociales y de servicios. Las áreas correspondientes a los locales y edificios para el control administrativo, áreas sociales y de servicios se pueden adoptar en conjunto entre un 6 a un 12 % del área total productiva del taller; independientemente de que se puedan realizar los cálculos según las normas vigentes para estos fines (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995).

Al calcularse las instalaciones de servicios sanitarios (baños, taquillas, duchas, etc.), se utilizarán las siguientes reglamentaciones: (Daquinta Grandaille, 2004)

- Las áreas de taquillas se calcularán sobre la base de la cantidad total de obreros y el área específica establecida es de 0,75 a 0.80 m² por cada obrero.
- Las áreas necesarias para lavados, se calculan sobre la base de una válvula (llave) de agua por cada 10 obreros del turno principal y el área específica establecida es de 0.50 m² por cada válvula de agua.
- Las áreas necesarias para baños se calculan sobre la base de una ducha por cada 8 obreros del turno principal y el área específica establecida es de 2 a 3 m² por cada ducha.
- Las áreas necesarias para servicios sanitarios se calculan sobre la base de una taza sanitaria por cada 15 obreros y el área específica establecida es de 3 m² por cada servicio sanitario.

Para el cálculo de los locales o edificios administrativos se consideran 5 m² para cada obrero y de 7 a 8 m² por cada dibujante, tecnólogo, proyectista. En el caso de las oficinas, para los jefes de secciones o departamentos se establece un área específica de 10 a 12 m².

Las áreas de almacenes constituyen del 20 al 30 % de las áreas productivas del taller; dichas áreas obtenidas se distribuyen en % de la siguiente forma: almacenes de piezas de repuesto 20 %, almacenes de piezas por recuperar 7 %, almacenes de completado 10 %, almacenes de metales 8 %; almacenes de chatarra 2 %, almacenes de combustibles y lubricantes 13 %,

almacenes de materiales 7 %, pañoles de herramientas 4 %, almacenes de agregados a reparar del 14 al 15 % y almacenes de agregados reparados del 15 al 16%.

2.9 Composición general del taller y el esquema tecnológico de distribución en planta

La composición del cuerpo de producción se realiza después del cálculo de las áreas por departamentos o secciones de producción. Los departamentos y secciones en el plano del cuerpo de producción se distribuyen según la secuencia de las operaciones de servicio técnico reflejadas en el proceso tecnológico escogido, de tal forma que las máquinas o conjuntos que van a recibir cualquier servicio técnico de mayor o menor complejidad se desplacen por el camino más corto, y la intercomunicación de los departamentos fundamentales se corresponda con la marcha del proceso tecnológico y con el sentido del flujo de carga principal (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995).

Para lograr una adecuada distribución deben seguirse un grupo de recomendaciones o principios: (Levitski, 1983; Chadrishev, 1986; Vargas Vallejo, 2007)

- **Principio de la satisfacción y de la seguridad.** A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
- **Principio de la integración de conjunto.** La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
- **Principio de la mínima distancia recorrida.** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.
- **Principio de la circulación o flujo de materiales.** En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales. Debe evitarse los cruces y las interrupciones.
- **Principio del espacio cúbico.** La economía se obtiene al utilizar de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
- **Principio de la flexibilidad.** A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Los departamentos que requieren agua en grandes volúmenes deben concentrarse en un lugar del plano del taller. Los departamentos de forja, soldadura, chapistería, pintura, prueba de motores y servicios sanitarios deben separarse del resto de los departamentos por paredes resistentes al fuego. El perímetro del edificio del taller debe ser mínimo para el área dada, lo que disminuye los gastos en construcción; por esta razón la relación del largo del edificio, respecto a su ancho, no debe ser mayor de 3:1. La distancia de las columnas en el cuerpo del

taller debe prever el lugar de ubicación de las grúas y la resistencia necesaria para su sujeción, según las características técnicas que de ellas exija el proceso tecnológico de mantenimiento o reparación (Daquinta Grandaille, 2004).

El equipamiento en el taller por departamentos y secciones, se ubica en dependencia de las zonas de trabajo y los pasillos, se representa en el plano del taller el contorno de la imagen en planta del equipamiento y las máquinas a recibir las operaciones de mantenimiento o reparación con sus especificaciones (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995).

En los departamentos de arme, el pasillo central se proyecta con un ancho no menor de 3 m, al igual que cuando se utiliza el método de servicio técnico en vallas, los pasillos entre los bancos de trabajo, las máquinas y el equipamiento se toman alrededor de 1.5 m. Los departamentos en que las operaciones o proceso tecnológico que se ejecuta no despiden gases nocivos, vapores, humedad, etc., no es necesario separarlos de los restantes por paredes. Los equipos de extracción de gases obligan a que los departamentos que lo requieran se concatenen, para poder utilizar extractores intervencionales por tubos, lo que permite ahorrar energía eléctrica (Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995).

Se recomienda elaborar el plano de producción del cuerpo del taller en un papel milimetrado con el uso de la escala de reducción y por la línea de ejes de las paredes se ubican los departamentos, secciones y el equipamiento.

Una vez enlazados el planeamiento del cuerpo de producción con el gráfico de los flujos de cargas, se ubican los medios de protección contra incendios, medios de transportación, etc.

Para establecer las dimensiones de los locales de trabajo en planta se tiene en cuenta (Herrera Artilles, 1995):

1. Áreas ocupadas por los diferentes tipos de equipos tecnológicos, auxiliares y suplementarios, así como también por dispositivos energéticos.
2. Vías de acceso para los servicios de mantenimiento y reparación de los equipos.
3. Áreas ocupadas por los almacenes intermedios.
4. Áreas destinadas para la instalación y servicio de equipos de izaje.
5. Áreas libres entre instalaciones anexas requeridas según la técnica de protección contra incendios.
6. Vías de acceso para equipos de transporte interno.

Para las dimensiones de los locales de trabajo en plantas altas, debe considerarse según (Daquinta Grandaille, 2004)

1. Altura de los diferentes tipos de equipos tecnológicos y auxiliares, deben considerarse las condiciones para su montaje y revisión.
2. Volumen necesario de aire, de acuerdo con los requisitos sanitarios.
3. Altura necesaria para el nivel de iluminación exigida por las normas.
4. Espacio necesario para la manipulación y mantenimiento de los equipos de izaje y transporte interno.
5. Espacios libres sobre los equipos según las condiciones de la técnica de protección contra incendios.

Los talleres de servicio técnico se proyectan en una planta y se establecen soluciones volumétricas de acuerdo con las normas. Para talleres de servicio técnico con o sin transporte subcolgado hasta de 3 toneladas, se establecen los módulos que se relacionan en la tabla 2.1 (Daquinta Grandaille, 2004).

Tabla 2.1. Módulos para talleres de servicio técnico con o sin transporte subcolgado hasta 3 toneladas.

Parámetros estructurales del taller, en mm		
Entre columnas	Luz	Puntal libre
6 000	12 000	3 600, 4 800, 6 000, 7 200
6 000	18 000	4 800, 6 000, 7 200, 8 400, 9 000, 10 800, 12 000
6 000	24 000	6 000, 7 200, 8 400, 9 600, 10 800, 12 000

2.10 Cálculo de la iluminación del taller

El cálculo de la iluminación natural en esencia se reduce a la determinación de las dimensiones de las ventanas (o de las claraboyas), y la cantidad de las mismas en cada sección en el local completo. (Herrera Artiles, 1995) De acuerdo con esto la vista exterior del cuerpo o edificio de la empresa puede ser de tres formas diferentes según las estructuras típicas (figura 2.1).

1. Iluminación lateral (a través de ventanas en la pared exterior) Figura 2.1A
2. Iluminación combinada (a través de claraboyas en techo y ventanas) Figura 2.1B.
3. Iluminación superior (a través de claraboyas o para el tramo central) Figura 2.1C.

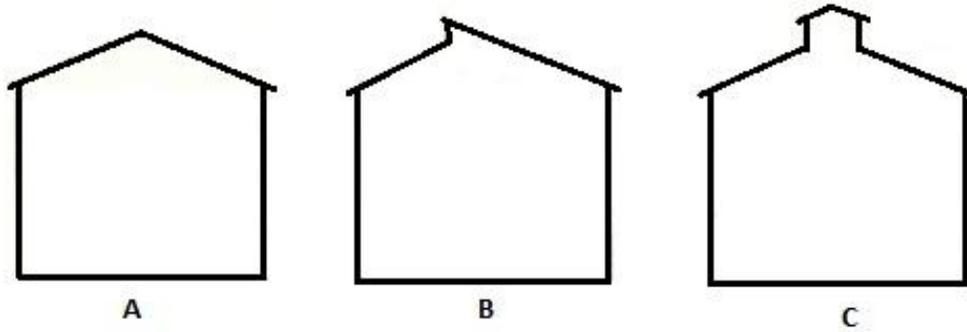


Figura 2.1. Forma del cuerpo del edificio para la combinación de la iluminación lateral con claraboyas.

2.10.1 Iluminación lateral

Es aquella que se obtiene cuando la luz del sol penetra en el interior del taller, a través del área encristalada de las ventanas situadas en las paredes exteriores. (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995).

Según los mismos autores este método de iluminación es utilizado en aquellos casos en que el área proyectada no es oscurecida por edificaciones vecinas y otros objetos, y se calcula por la expresión 2.20.

$$\sum Sb = Sn \frac{L_{min} * \tau}{100 * T_o * V_1 * k} \quad (2.20)$$

donde:

$\sum Sb$ - Área sumario de los agujeros de iluminación lateral, en m².

Sn - Superficie del piso del departamento, en m².

L_{min} - Magnitud mínima normada con iluminación lateral, se asume para los talleres de servicio técnico 1 %.

τ - Coeficiente que tiene en cuenta las características lumínicas de las ventanas.

T_o - Coeficiente total de la transmisión de luz, para los departamentos con desprendimiento no considerable de polvo y humo, se asume 0,5; y para los departamentos con desprendimiento considerable de polvo y humo, se asume 0,4.

V_1 - Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la luz reflejada, para la iluminación lateral y unilateral, se asume 4; y para la bilateral, se asume 2,2.

K - Coeficiente que tiene en cuenta el oscurecimiento de las ventanas por el edificio vecino, se asume 1,2.

2.10.2 Iluminación superior o central

La iluminación superior o central se obtiene cuando la luz del sol penetra en el interior del taller, a través de las claraboyas y agujeros del techo. (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995)

Según los autores citados anteriormente este método de iluminación es utilizado cuando se prevé el oscurecimiento total de las superficies laterales de las áreas o en las zonas centrales del taller, y se calcula por la Expresión 2.21.

$$\sum Sb = \frac{Sn * L_{cp} * Cp}{100 * T_o * V_2} \quad (2.21)$$

donde:

$\sum Sb$ - Área sumario de los agujeros de iluminación superior, en m².

L_{cp} - Magnitud normada con iluminación superior y combinada, se asume un 3 %.

Cp - Características lumínicas de la claraboya, se asume 3,6.

V_2 - Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la luz reflejada por la iluminación superior, se asume 1,3.

2.10.3 Iluminación combinada

La iluminación combinada se obtiene cuando la luz del sol penetra en el interior del taller, a través de claraboyas situadas en el techo y por el área encristalada de las ventanas ubicadas en las paredes exteriores. (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995)

Este método de iluminación según los autores antes citados es utilizado cuando existe un oscurecimiento parcial del área encristalada de las ventanas por el edificio vecino y por áreas ubicadas en la parte central del edificio, y se calcula por la expresión 2.22.

$$\sum Sk = \frac{Sn * L_{cp} * \tau}{100 * T_o * V_3 * k} \quad (2.22)$$

donde:

$\sum Sk$ - Área sumario de las claraboyas y ventanas, en m².

V_3 - Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la luz reflejada en la iluminación combinada con la iluminación unilateral, se asume 1,4.

Después de determinar la superficie sumario de los agujeros de las ventanas, es necesario calcular para la iluminación lateral la altura de las ventanas y su número. La altura de las ventanas se determina por la expresión 2.23.

$$h = H - (h_1 - h_2) \quad (2.23)$$

donde:

h - Altura de las ventanas, en m.

H - Altura del taller, en m.

h_1 - Distancia desde el piso hasta la ventana, se asume de 0,8 a 1,2 m.

h_2 - Dimensión del área encristalada de la ventana, se asume de 0,3 a 0,5 m.

Al determinar la altura de las ventanas es necesario tomar la magnitud cercana a la ventana estándar; entonces la cantidad de ventanas se determina por la expresión 2.24.

$$n = \frac{\sum Sb}{F} \quad (2.24)$$

donde:

F - Superficie de la ventana estándar, en m².

2.10.4 Cálculo de la iluminación artificial

La iluminación artificial es la iluminación de las diferentes áreas de trabajo del taller mediante el uso de luminarias con lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio de alta presión e incandescentes u otras que aseguran una iluminación óptima de los lugares de trabajo. (Herrera Artilles, 1995)

En la selección de las lámparas se seguirá el criterio de utilizar las que, adecuadas al tipo de instalación que se les destina, garanticen mayor eficiencia luminosa sobre el plano de trabajo y requieran la menor utilización posible de unidades. (Ulman, 1985; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artilles, 1995).

Según los mismos autores se establece como guía general para seleccionar los niveles de iluminación los siguientes valores: áreas de producción entre 150 y 400 lux, áreas de almacenaje entre 50 y 150 lux, áreas de circulación hasta 50 lux, oficinas 300 lux, laboratorios y cuartos de control 400 lux, taquillas y baños entre 50 y 100 lux, áreas sociales hasta 150 lux, calles y vías de acceso entre 2 y 5 lux, ceras perimetrales 2 lux.

Para llevar a cabo el cálculo de la iluminación artificial, primeramente se calcula el flujo luminoso, es decir, la potencia de radiación valorada por la vista y se expresa por la expresión 2.25.

$$F_n = \frac{k * F_p * E}{N_n} \quad (2.25)$$

donde:

F_n - Flujo luminoso que requiere la sección, en lux.

k - Coeficiente de reserva de iluminación, que tiene en cuenta su reducción como consecuencia del posible ensuciamiento durante su explotación, para unos departamentos 2, para otros 1.5.

F_p - Área de la sección, en m^2 .

E - Iluminación promedio para la soldadura, forja y maquinado, se asume entre 75 y 100 lux/ m^2 , incluye las áreas auxiliares, para los restantes departamentos es de 50 lux/ m^2 .

N_n - Coeficiente que toma en cuenta la absorción de la luz por las paredes, se asume 0,45.

Después de haber calculado el flujo luminoso, se calcula el número de lámparas por la fórmula 2.26.

$$N_l = \frac{F_n}{F_l} \quad (2.26)$$

donde:

N_l - Número de lámparas.

F_l - Flujo luminoso de las lámparas (ver anexo 5)

2.11 Cálculo de la ventilación natural y artificial

Tanto en los edificios de producción como en los talleres, la ventilación será preferiblemente del tipo natural, siempre que se logre un volumen mínimo de intercambio de aire de 12 m^3 por trabajador. (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995)

En los departamentos donde se desprenden gases nocivos, polvos, etc., debe alcanzar 15 m^3 y es recomendable la ventilación artificial o mecánica: no obstante, la renovación de aire por hora se determina a partir de los siguientes factores:

1. Carga solar a través del techo, paredes y ventanas.
2. Carga calorífica producida por los equipos, maquinarias y por las luminarias.
3. Carga calórica y humedad debido al personal.
4. Desprendimiento de vapores o gases inflamables, o de combustibles y de polvo.

La ventilación natural utiliza la fuerza natural del viento y tiene en cuenta: promedio de velocidad del viento, dirección predominante del viento, interferencia del viento por edificios

cercanos, calmas y otras; el taller debe orientarse de forma longitudinal, preferentemente perpendicular a las brisas predominantes.

Para llevar a cabo el cálculo de la ventilación natural, se calcula el flujo de intercambio de aire de cada una de las áreas (soldadura, ensamblaje, reparación del sistema eléctrico, reparación del sistema hidráulico, etc.) por separado, por la expresión 2.27.

$$W = V * a \quad (2.27)$$

donde:

W - Volumen de intercambio de aire, de cada área o sección del taller, en m^3/min .

V - Volumen de aire, de cada área o sección, en m^3 .

a - Coeficiente de intercambio de aire; para la sección de forja, soldadura, reparación del sistema de alimentación y reparación del sistema eléctrico se asume de 4 a 6, para el área de prueba de motores se asume 5 y para las restantes áreas se asume de 2 a 4.

El volumen de intercambio de aire, para cada área o sección del taller, se calcula por la expresión 2.28.

$$V = f_p * h \quad (2.28)$$

donde:

f_p - Área de la sección, en m^2 .

h - Altura de la sección.

La ventilación artificial o mecánica se proyecta en aquellas áreas donde no se satisface el flujo de intercambio de aire con la ventilación natural. Después de calculada la ventilación natural es necesario determinar el extractor o ventilador que es capaz de realizar el intercambio de aire en las secciones que lo requieran (soldadura, prueba de motores, ensamblaje, pintura, etc.).

Primeramente se calcula el volumen de circulación forzada por la expresión 2.29.

$$W_c = W * V \quad (2.29)$$

donde:

W_c - Volumen de circulación forzada, en m^3/min .

W - Volumen de intercambio de aire de la sección, en m^3/min .

V - Volumen de reserva, se asume de 1,2 a 1,5 m^3/min .

Seguido se calcula la cantidad de extractores necesarios en el taller por la expresión 2.30.

$$C_{ext} = \frac{W_c}{W_{ce}} \quad (2.30)$$

donde:

W_{ce} - Volumen de circulación forzada que realiza el extractor escogido, m³/min.

2.12 Cálculo del consumo de aire comprimido del taller

Uno de los aspectos fundamentales en la proyección y organización de un taller, es el cálculo del aire comprimido que se utilizará para la realización de diferentes funciones, como son: pintura de equipos, bombas de engrase, herramientas neumáticas, limpieza y secado de piezas, etc. (Herrera Artiles, 2008)

Para el desarrollo del cálculo del consumo de aire comprimido del taller, se determina primeramente el consumo de aire comprimido por la expresión 2.31. (Herrera Artiles, 1995)

$$Q_{ac} = (1,3 \rightarrow 1,4) \sum_{n=1}^n C_{ac} * K_d \quad (2.31)$$

donde:

Q_{ac} - Consumo de aire comprimido, en m³/min.

N - Número de consumidores dentro del taller.

C_{ac} - Consumo específico de aire a utilizar por cada equipo, para instrumentos neumáticos de 0,8 a 1,2 m³/min y para cámaras de pulverización de 0,2 a 0,4 m³/min.

K_d - Coeficiente de demanda de aire comprimido por equipo, para instrumentos neumáticos de 0,2 a 0,4 y para cámaras de pulverización de 0,6 a 0,7.

Finalmente se calcula el número de compresores que van a ser utilizados en el taller, por la expresión 2.32.

$$N_c = \frac{Q_{ac}}{Q_c} \quad (2.32)$$

donde:

N_c - Número de compresores.

Q_c - Entrega de aire comprimido del compresor elegido, en m³/min. (Según datos técnicos del fabricante)

Otra forma de determinar el consumo de aire comprimido es mediante la utilización de las recomendaciones de (Daquinta Grandaille, 2004) que se establecen en el anexo 6.

2.13 Cálculo del consumo de agua del taller por grupo de necesidades (Chadrishev, 1986; Daquinta Grandaille, 2004; Herrera Artiles, 1995)

En los talleres de servicio técnico el agua es uno de sus elementos primordiales por su variada utilización, como es: para el lavado de máquinas, agregados y piezas; lavado del sistema de

enfriamiento de los motores; prueba hidráulica de los cabezales de los blocks, etc. Y además para cumplimentar otras necesidades del personal del taller, como son: para beber y para los baños, duchas, etc.

Para llevar a cabo el cálculo del consumo de agua del taller, es necesario dividir los consumidores en cinco grupos diferentes:

Primer grupo: consumidores con una norma establecida del consumo de agua por objeto.

$$Q_{a1} = \frac{G_a * N_e}{1000} \quad (2.33)$$

donde:

Q_{a1} - Consumo de agua por los consumidores del primer grupo, en m³.

G_a - Consumo específico de agua por una máquina, en Litros. Para el lavado de tractores de gomas de 500 a 600 litros, para tractores sobre esteras de 750 a 1000 litros, para cosechadoras de 850 a 1100 litros, para vehículos ligeros de 250 a 300 litros, para camiones de 450 a 500 litros.

N_e - Plan anual de fregado de equipos.

Segundo grupo: consumidores que tienen un consumo normado de agua para un período de tiempo determinado.

$$Q_{a2} = 1,25 * Vt * n_{ca} \quad (2.34)$$

donde:

Q_{a2} - Consumo de agua por los consumidores del segundo grupo, en m³.

Vt - Volumen del tanque de agua de una máquina, en m³.

n_{ca} - Número de cambio de agua.

Tercer grupo: consumidores que tienen capacidad periódica.

$$Q_{a3} = \frac{V}{t} * F_{re} \quad (2.35)$$

donde:

Q_{a2} - Consumo de agua por los consumidores del tercer grupo, en m³.

V - Volumen del baño, se asume de 10 a 20 m³.

t - Tiempo entre los cambios, se asume de 32 a 82 h.

Cuarto grupo: consumidores por necesidades propias de la empresa.

$$Q_{a4} = \frac{N_{trab} * Q_{trab}}{1000 * tt} * F_{ro} \quad (2.36)$$

donde:

Q_{a4} - Consumo de agua por los consumidores del cuarto grupo, en m³.

N_{trab} - Número de trabajadores.

Q_{trab} - Consumo de agua por trabajador, se asume de 180 a 240 litros/obrero.

tt - Tiempo de turno, en h.

F_{ro} - Fondo real de tiempo del obrero, en h.

La norma de consumo de agua potable para beber y otras necesidades personales es de 45 litros por hombre en cada turno de trabajo, y se utiliza un coeficiente de irregularidad de 1,5 a 2,5. Para el caso de las duchas y lavabos, se utiliza una norma de 50 litros por obrero.

Quinto grupo: consumidores con gasto no calculado de agua, que constituyen el 20 % del consumo de los restantes grupos. Estos mismos se calculan por la expresión 2.37.

$$Q_{a5} = 0,2 * (Q_{a1} + Q_{a2} + Q_{a3} + Q_{a4}) \quad (2.37)$$

Finalmente se calcula el consumo de agua total de la empresa o taller de reparación por la fórmula 2.38.

$$Q_{a\ total} = Q_{a1} + Q_{a2} + Q_{a3} + Q_{a4} + Q_{a5} \quad (2.38)$$

donde:

$Q_{a\ total}$ - Consumo de agua total del taller, en m³.

Conclusiones parciales

1. El ordenamiento de los diferentes componentes de cálculo, recomendaciones, consideraciones, etc., según los criterios de diferentes autores, constituye una metodología que contiene los elementos básicos necesarios para ser aplicada a la proyección y organización de talleres de mantenimiento y reparación de equipos automotor.
2. La elaboración del plan de mantenimiento de la entidad que se proyecta, organiza o se perfecciona, constituye el elemento principal dentro del proyecto del taller ya que es el que permite determinar sus necesidades en obreros, instalaciones, áreas productivas y equipamientos, imprescindibles para garantizar el cumplimiento, con la calidad requerida, las actividades de servicio técnico.
3. El proceso tecnológico definido por el ingeniero proyectista influye directamente en la organización y ubicación de las áreas productivas y auxiliares del taller.

Capítulo III

Análisis de organización del Taller Integral de la Región Militar Villa Clara

3.1 Diagnóstico general del taller

El taller Integral de la región militar de Villa Clara se ubica en carretera a Manicaragua Km 2½, su misión es brindar aseguramiento técnico a los vehículos de la región militar de Villa Clara. En este se realizan las labores de mantenimiento técnico periódico y remotorización, el taller posee varios puestos de trabajos distribuidos en un área aproximada de 175000 m², en su concepción no se tuvo en cuenta ningún criterio de diseño lo que ha conllevado a la creación de áreas improvisadas para realizar las labores de mantenimiento técnico a los equipos pesados y para ejecutar las labores de remotorización, las áreas del taller se encuentran muy distantes unas de las otras lo que afecta el desarrollo de la actividad de servicio técnico y aumenta el tiempo de ejecución del mantenimiento, los obreros de mantenimiento, repuestos y piezas elaboradas por soldadura y maquinado deben recorrer grandes distancias propiciado el mal funcionamiento de la entidad y afectaciones a la calidad de la reparación del equipo. (Ver anexo 7 y 8).

3.1.2 Análisis del programa de servicio técnico del taller

En el programa de servicio técnico del taller se encuentran programados 230 mantenimientos técnicos periódicos 2 (MTP₂) a un total de 161 equipos para un volumen de trabajo de 3843 hombres horas, los MTP₂ son las únicas actividades programadas sin tener en cuenta las actividades de remotorización, lavado de equipos, reparaciones eventuales y actividades de mantenimiento interno, lo que trae como consecuencia que el volumen de trabajo programado no constituya el volumen real de las actividades del taller y repercute en la capacidad de determinar la necesidad real de recursos tanto humanos como materiales. (Ver anexo 9)

El plan de servicios técnicos de la entidad posee errores matemáticos en su construcción ya que se calculan algunos volúmenes de trabajo para una cantidad de equipos que no es la definida en el mismo documento. Existen mantenimientos programados a los equipos marca KIA e IVECO sin un valor definido de volumen de trabajo.

Por tanto se recomienda establecer la laboriosidad del mantenimiento a los equipos que no poseen este valor mediante la extrapolación de datos de otro taller que posea experiencia en el mantenimiento de estos y establecer un registro de fallas con el objetivo de lograr una planificación más exacta de los mantenimientos eventuales.

3.1.3 Gráfico de cargas del taller

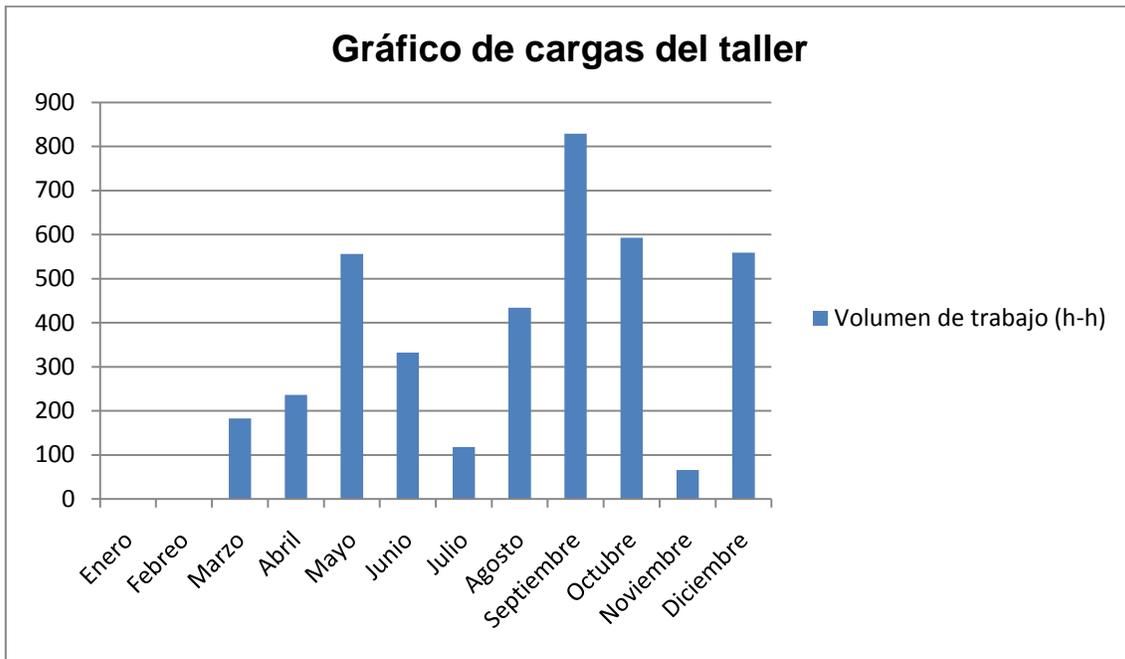


Figura 3.1 Gráfico de carga de trabajo del taller actual.

Como se observa en el gráfico de carga del taller, la distribución de los volúmenes de trabajo por meses no es adecuada ya que existen meses como enero y febrero en los que el taller no realiza ningún volumen de trabajo y otros como julio y noviembre en los que el volumen de trabajo a realizar es bastante bajo lo que trae como consecuencia la ociosidad de los trabajadores en estas etapas y que se generen sobrecargas como en el mes de septiembre.

Por tanto se recomienda establecer una distribución uniforme de los servicios técnicos para lograr un equilibrio de trabajo y la calidad del servicio sea óptima.

3.2 Determinación de la plantilla y los puestos de trabajo necesarios del taller

3.2.1 Volúmenes de trabajo del servicio técnico

$$V_t = N_s * L_s * K \quad (2.7)$$

donde:

V_t - Volumen de trabajo de cada servicio técnico planificado.

N_s - Cantidad de servicios técnicos por tipo, que se van a ejecutar en el año.

L_s - Norma de laboriosidad establecida para la ejecución de cada servicio técnico.

K - Coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo.

3.2.1.1 Determinación del coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo por equipo

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 \quad (2.9)$$

donde:

K_1 - Coeficiente de variación del volumen de trabajo en dependencia de las condiciones de explotación, se encuentra entre 1 a 1,25.

K_2 - Coeficiente de corrección de los volúmenes de trabajo en dependencia del tipo de equipo, su valor oscila de 1 a 1,25.

K_3 - Coeficiente que tiene en cuenta la cantidad de máquinas que se atenderán en el taller, su valor oscila de 0,9 a 1,0.

K_4 - Coeficiente que considera las condiciones climáticas que imperan en el lugar de trabajo, su valor oscila entre 1,0 a 1,2.

K_5 - Coeficiente que depende del estado técnico y vida útil de los equipos, su valor oscila entre 1 a 1,3.

K_6 - Coeficiente que depende de la organización del trabajo en los puestos, su valor oscila entre 0,5 a 0,8.

En la tabla 3.1 se muestran los resultados de la determinación de los coeficientes de corrección de los volúmenes de trabajo.

Tabla 3.1 Determinación de los coeficientes de corrección de los volúmenes de trabajo por equipos.

Equipo	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K
UAZ	1.25	1.25	0.9	1.1	1.2	0.7	1.3
BJ2023	1.2	1.1	0.9	1.1	1.2	0.7	1.1
GAZELA DT	1.25	1.25	0.9	1.1	1.1	0.7	1.2
IVECO	1.1	1.1	0.9	1.1	1	0.7	0.84
KIA	1.1	1.1	0.9	1.1	1	0.7	0.84
JIMBEI	1.2	1.1	0.9	1.1	1	0.7	0.91
YUTONG M	1.25	1.2	0.9	1.1	1.1	0.7	1.14
GAZ	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
KRAZ	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
HOWO 20T	1.25	1.2	0.9	1.1	1.1	0.7	1.14
MAZ	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
KAMAZ	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
URAL 375	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
URAL 4320	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
ZIL	1.25	1.2	0.9	1.1	1.2	0.7	1.25
NORBEN	1.2	1.2	0.9	1.1	1.1	0.7	1.1
GIRON	1.25	1.25	0.9	1.1	1.3	0.7	1.4

3.2.1.2 Cálculo del volumen de trabajo del MTP₂ por equipos

Ejemplo de cálculo para los equipos marca UAZ:

Datos:

Cantidad de mantenimientos: 78

Laboriosidad establecida para la ejecución del MTP₂: 14 h-h

Coefficiente de corrección del volumen de trabajo: 1,3

Al sustituir en la expresión (2.7) se obtiene:

$$V_{t_{uaz}} = 78 \cdot 14 \cdot 1,3 \quad V_{t_{uaz}} = 1420 \text{ h-h}$$

En la tabla 3.2 se muestran los resultados del cálculo de acuerdo al tipo de equipo.

Tabla 3.2 Determinación de los volúmenes de trabajo de los MTP₂ por equipos.

Equipo	Cantidad de MTP ₂	Laboriosidad del MTP ₂ (h-h)	Coefficiente K	Volumen de trabajo (h-h)
UAZ	78	14	1.3	1420
BJ2023	18	14	1.2	277
GAZELA DT	14	10	1.2	168
IVECO	2	10	0.84	17
KIA	1	10	0.84	9
JIMBEI	11	10	0.91	100
YUTONG	8	10	1.14	91
GAZ	10	14	1.25	175
KRAZ	11	20	1.25	275
HOWO 20T	12	18	1.14	247
MAZ	21	24	1.25	630
KAMAZ	11	15	1.25	207
URAL 375	4	15	1.25	75
URAL 4320	10	17	1.25	213
ZIL	22	14	1.25	385
NORBEN	3	18	1.1	60
GIRON	22	20	1.4	616
Total				4965

3.2.1.3 Volumen de trabajo de la remotorización:

Datos:

Cantidad de remotorizaciones programadas: 5

Laboriosidad establecida para la ejecución de la remotorización: 140 h/h

La laboriosidad de los trabajos de remotorización no está definida en el plan del taller y se asume, para el cálculo de la laboriosidad, la establecida para la reparación media, por considerarse esta acción el intercambio de un agregado principal del equipo. (González, 2014). Esto trae consigo la introducción de errores en el cálculo de los volúmenes de trabajo y no es considerado en el volumen total para la carga del taller.

Por tanto se recomienda que la entidad para programar las remotorizaciones y lograr definir correctamente el volumen dedicado a esta actividad utilice datos de entidades que realizan estas labores como la Empresa Militar Industrial de Sancti Spíritus y a la vez establezcan un registro histórico de las remotorizaciones que se realizan.

Cálculo para la remotorización del camión ZIL 131

Coeficiente de corrección del volumen de trabajo: 1,25

Al sustituir en la expresión (2.7) se obtiene:

$$V_{t \text{ remotorización}} = 5 \cdot 140 \text{ h-h} \cdot 1,25$$

$$V_{t \text{ remotorización}} = 875 \text{ h-h}$$

3.2.1.4 Volumen de trabajo de las actividades de fregado

Para el cálculo del volumen de trabajo de las actividades de fregado es necesario primeramente establecer las laboriosidades de esta actividad según el tipo de equipo, en este caso la cantidad de horas hombres se establecen de acuerdo con las recomendaciones establecidas en el anexo 10.

Tabla 3.3 Laboriosidades del fregado de equipos.

Marca o modelo del equipo	Laboriosidad del fregado (h-h)
UAZ	0.52
BJ2023	0.52
GAZELA DT	0.52
IVECO	0.52
KIA	0.52
JIMBEI	0.52
YUTONG	0.60
GAZ	0.80
KRAZ	1.40
HOWO 20T	1.40
MAZ	1.40
KAMAZ	1.40
URAL 375	1.40
URAL 4320	1.40
ZIL	0.80
NORBEN	0.48
GIRON	0.60

Ejemplo de cálculo del volumen de trabajo del fregado para el Jeep marca UAZ:

Datos:

Cantidad de fregados: 78

Laboriosidad establecida para la ejecución del fregado: 0.52 h-h

Coefficiente de corrección del volumen de trabajo: 1.3

Al sustituir en la expresión (2.7) se obtiene:

$$V_{t\text{ uaz}} = 78 \cdot 0.52 \cdot 1,3$$

$$V_{t\text{ uaz}} = 52.73 \text{ h-h}$$

A continuación, en la tabla 3.4, se recoge el volumen de trabajo del fregado para todas las marcas y modelos de equipos que atiende el taller.

Tabla 3.4 Volúmenes de trabajo de la actividad de fregado, por equipos.

Marca o modelo del equipo	Laboriosidad del fregado (h-h)	Coefficiente (K)	Cantidad de fregados	Volumen de trabajo (h-h)
UAZ	0.52	1.3	78	52.73
BJ2023	0.52	1.1	18	10.30
GAZELA DT	0.52	1.2	14	8.74
IVECO	0.52	0.84	2	0.87
KIA	0.52	0.84	1	0.44
JIMBEI	0.52	0.91	11	5.2
YUTONG	0.60	1.14	8	5.47
GAZ	0.80	1.25	10	10
KRAZ	1.40	1.25	11	19.25
HOWO 20T	1.40	1.14	12	19.15
MAZ	1.40	1.25	21	26.25
KAMAZ	1.40	1.25	11	19.25
URAL 375	1.40	1.25	4	7
URAL 4320	1.40	1.25	10	17.5
ZIL	0.80	1.25	22	22
NORBEN	0.48	1.1	3	1.58
GIRON	0.60	1.4	22	18.48
Total				244.21

3.2.1.5 Volumen de trabajo de los servicios técnicos no planificados

Como en el taller no se registran las fallas eventuales, el volumen de trabajo de estas es muy difícil de determinar por lo que se estima entre un 15% a un 25% del volumen de trabajo de las actividades planificadas.

$$V_{t\text{ act. no planificadas}} = 6084.21 \cdot 0.15 = 912.63 \text{ h-h}$$

Volumen de trabajo de las actividades de mantenimiento de la instalación

Representa entre un 10% y un 15% del volumen total de los trabajos productivos.

$$V_{t \text{ mantenimiento instalación}} = 6996.84 * 0.15 = 1049.53 \text{ h-h}$$

3.2.2 Fondo de tiempo para obreros y equipos del taller

Las labores de mantenimiento en el taller se realizan durante un turno de trabajo al día y una duración de 8 horas, una semana con seis días de trabajo y otra con cinco días de trabajo. (González, 2014)

Cálculo del fondo nominal anual de tiempo del obrero:

$$F_{no} = [365 - (D_d + D_f)] * T_t \quad (2.10)$$

donde:

365 - Días calendarios del año.

D_d - Días de descanso al año, se toman 52 domingos y 26 sábados.

D_f - Días feriados al año, en Cuba se declaran 6 días.

T_t - Duración de un turno de trabajo, se asume 7,25 h.

Al sustituir en la ecuación (2.10) se obtiene:

$$F_{no} = [365 - (78 + 6)] * 7.25$$

$$F_{no} = 2037 \text{ h/año}$$

Cálculo del fondo real anual de tiempo del obrero:

$$F_{ro} = (F_{no} - H_v) * k \quad (2.11)$$

donde:

H_v - Vacaciones permisibles.

k - Coeficiente de cálculo de la pérdida de tiempo laboral por causa de enfermedad y otras planificaciones, $k = 0,96-0,97$.

$$H_v = 24 \text{ días} * 7.25 \text{ h} = 174 \text{ h/año}$$

Al sustituir en la ecuación (2.11) se obtiene:

$$F_{ro} = (2037 - 174) * 0.96$$

$$F_{ro} = 1788 \text{ h/año}$$

Cálculo del fondo nominal anual de tiempo del equipo:

El fondo nominal anual de tiempo del equipo es igual al fondo nominal anual de tiempo del obrero.

$$F_{ne} = F_{no} \quad (2.12)$$

Por tanto:

$$F_{ne} = 2037 \text{ h/año}$$

Cálculo del fondo real anual de tiempo del equipo:

El fondo real anual de tiempo del equipo se determina del siguiente modo:

$$F_{re} = F_{ne} * \mu \quad (2.13)$$

donde:

μ - Coeficiente de cálculo por paradas por causa de reparación, 0.95.

Por tanto al sustituir en la expresión (2.12) se obtiene:

$$F_{re} = 2037 * 0.95$$

$$F_{re} = 1935 \text{ h/año}$$

3.2.3 Cálculo de la plantilla y puestos de trabajo del taller

$$P_{ob} = \frac{V_{ta}}{F_{ro}} \quad (2.14)$$

donde:

P_{ob} - Cantidad de obreros directos en la producción.

V_{ta} - Volumen de trabajo anual por área, en H-h.

F_{ro} - Fondo real anual de tiempo del obrero, en h.

Cantidad de obreros de mantenimiento (mecánicos):

Al sustituir en la expresión (2.14) se obtiene:

$$P_{ob} = \frac{5877.63}{1788} = 3.3 \text{ Obreros}$$

$$P_{ob} = 4 \text{ Obreros}$$

El número de trabajadores que corresponden a la actividad de mantenimiento se asume como 4 obreros para compensar otras tareas.

Cantidad de obreros de Fregado

Al sustituir en la expresión (2.14) se obtiene:

$$P_{ob} = \frac{244.21}{1788} = 0.14 \text{ Fregadores}$$

$$P_{ob} = 1 \text{ Fregador}$$

El obrero de fregado puede ejecutar los servicios de fregados que exige el taller pero además puede prestar servicios de fregado a 2245 autos ligeros en el año, lo que contribuiría de manera positiva al cuidado de los equipos de transporte de la región militar de Villa Clara.

Cantidad de obreros de remotorización

Al sustituir en la ecuación (2.14) se obtiene:

$$P_{ob} = \frac{875}{1788} = 0.5 \text{ Obreros}$$

No es necesaria la existencia de un obrero para las labores de remotorización ya que los obreros de mantenimiento pueden cubrir este volumen de trabajo.

Cantidad de obreros de mantenimiento interno

Al sustituir en la ecuación (2.14) se obtiene:

$$P_{ob} = \frac{1049.53}{1788} = 0.59 \text{ Obreros}$$

En este caso pueden existir dos variantes en el taller, que se designe un obrero para mantenimiento interno de la instalación y en el tiempo que no realiza estas labores se incorpore como apoyo a las actividades de mantenimiento y remotorización o tercerizar las labores de mantenimiento interno.

Debido a que en el taller no se encuentran definidas las laboriosidades de los trabajos de soldadura, maquinado, chapistería, pintura, tapicería, electricidad y ponchera, pero se conoce que estos volúmenes de trabajos no son grandes el taller tiene un obrero para cada una de estas actividades. (González, 2014). La no existencia de datos en el taller trae como consecuencia que la determinación de la cantidad de obreros para las actividades antes mencionadas no sea calculada según la metodología, por tanto se desconoce si existe necesidad real de estos obreros y sus respectivos puestos de trabajos, así como el grado de ociosidad que presentan.

Para el análisis que se realiza se consideran los siguientes trabajadores indirectos a la producción:

Administrativo y de dirección: 1 Trabajador

Personal técnico de producción (supervisor del taller): 1 Trabajador

Obreros auxiliares: 1 Obrero

La plantilla del taller calculada se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Plantilla del taller

Trabajadores por especialidad	Cantidad
Mecánicos	4
Soldadores	1
Fregadores	1
Mecánicos de taller	1
Chapisteros	1
Pintores	1
Tapiceros	1
Electricista automotriz	1
Poncheros	1
Jefe de Taller	1
Técnico de producción (supervisor)	1
Obreros auxiliares	1
Mantenimiento interno	1
Almaceneros	1
Total	17

Cantidad de puestos de trabajo de mantenimiento

$$C_{pt} = \frac{V_{ta}}{F_{ro} * n} \quad (2.16)$$

donde:

C_{pt} - Cantidad de puestos de trabajo.

V_{ta} - Laboriosidad de los trabajos en esta área, en H-h.

F_{ro} - Fondo de tiempo del área de trabajo, en h.

n - número de obreros que laboran en el puesto de trabajo, se puede asumir de 1 a 3.

Al sustituir en la ecuación (2.16) obtenemos:

$$C_{pt} = \frac{5877.63}{1788 * 2} = 1.7 = 2 \text{ Puestos de trabajo de mantenimiento.}$$

En la tabla 3.6 se resumen las áreas del taller y la cantidad de puestos de trabajo en cada una de acuerdo a los cálculos realizados.

Tabla 3.6 Áreas y cantidad de puestos de trabajo del taller

Área	Cantidad
Mantenimiento	2
Fregado	1
Remotorización	1
Chapistería	1
Pintura	1
Electricidad	1
Tapicería	1
Ponchera	1
Soldadura	1
Total	10

3.3 Organización del proceso productivo y las áreas del taller

3.3.1 Proceso tecnológico del taller y métodos de reparación

El taller no tiene definido un proceso tecnológico general, cuestión señalada a la entidad en controles realizados por el MINFAR (González, 2014).

En la figura 3.1 se presenta un esquema del proceso tecnológico del taller, elaborado a partir de la información obtenida en el análisis, el que puede servir de guía al taller para elaborar el definitivo.

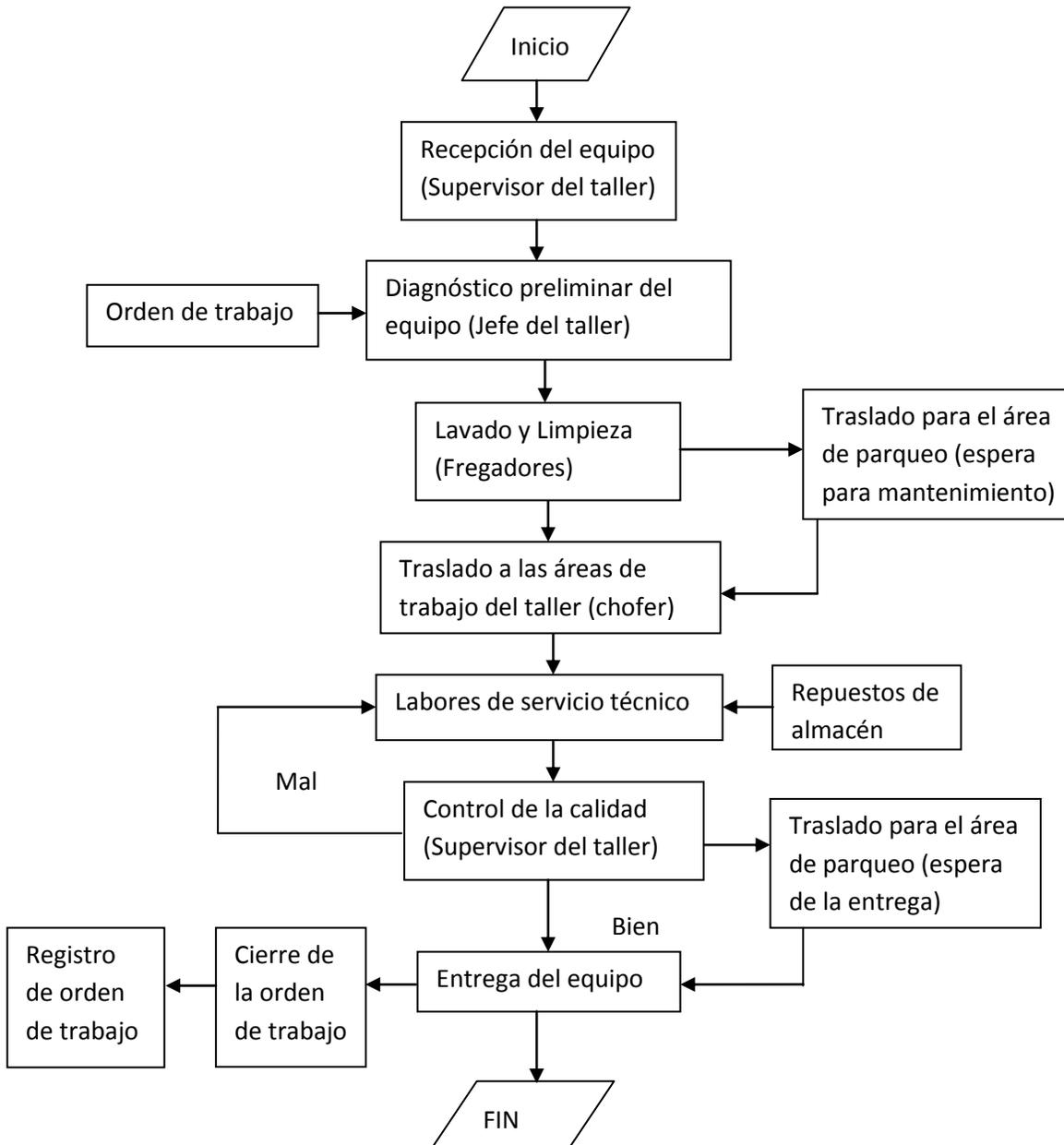


Figura 3.1 Diagrama de flujo del taller. Fuente elaboración propia.

Las actividades de servicio técnico se realizarán según el método de reparación por intercambio de agregados ya que el taller es pequeño, con escasos recursos humanos, con un programa de reparación bajo y una gran diversidad de marcas y modelos de los equipos. El personal productivo y las áreas del taller estarán organizados según el método de reparación por brigadas, una brigada de mecánicos que ejecutan la mayor parte del volumen de trabajo en las áreas de mantenimiento y los trabajos especializados como soldadura, maquinado, electricidad, tapicería, chapistería y pintura se distribuirán por departamentos.

3.3.2 Medios de trabajo necesarios para las labores de servicio técnico

A continuación se relacionan los medios mínimos para desarrollar las tareas de atención técnica asignada al taller y en el anexo 11 se reflejan algunos de estos.

- Juego de útiles, herramientas manuales y material complementario: aceiteras, alicates, arcos de sierra, cinta métrica, compases, pinzas, destornilladores, equipos para roscar, escofinas, escuadras, juegos de llaves: hexagonales, de estrella, articuladas, acodadas, de vaso; limas planas, de media caña, redondas; martillos, mordazas, niveles, reglas, tijeras curvas y rectas.
- Bancos de trabajo y carrillos de transporte.
- Herramientas de sujeción.
- Equipo de soldar por arco eléctrico.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica.
- Equipos para manipulación y trasvase lubricantes.
- Purgadores para circuitos hidráulicos y frenos de vehículos.
- Taladro de banco.
- Torno paralelo de 1.5 m entre puntos.
- Esmeriladora doble.
- Grúa, o aparato de elevación.
- Gato Hidráulico.
- Elevador o foso.
- Electro amoladora lijadora portátil.
- Limpiador de bujías.
- Pistola de pintura.
- Desmontador de neumáticos.
- Balanceadora de ruedas.
- Compresor de aire.
- Equipos para comprobación del estado del motor.
- Pistolas quitadoras de polvo.
- Equipo de fregado exterior.

- Instrumentos de comprobación y puesta a punto del encendido.
- Instrumentos de medición de diferentes tipos y especificaciones
- Equipos para alineación de la dirección.

3.3.3 Cálculo de las áreas productivas y auxiliares del taller

Las áreas del taller Integral de la región militar de Villa Clara no se encuentran bien proyectadas, los puestos de trabajo de mantenimiento se dividen en dos: puestos de trabajos para equipos ligeros y puestos de trabajo para equipos pesados y además no poseen los medios técnicos y auxiliares necesarios.

La actividad de remotorización se ejecuta en un área de 768 m² lo que implica subutilización de la misma debido al bajo volumen de trabajo previsto.

A continuación se realiza el cálculo de las áreas necesarias para el taller de acuerdo con los medios necesarios para cada una de ellas y en consecuencia con las dimensiones de las máquinas que se atienden en la institución, con el objetivo de elaborar variantes de distribución en planta para la restructuración del taller en cuestión o para talleres similares al estudiado.

Para la realización del cálculo de las áreas del taller se utiliza el método de cálculo por el área específica del equipamiento, consiste en la determinación del área de los equipos que forman parte de la sección que se calcula y afectarla por un coeficiente que tiene en cuenta el área necesaria para el movimiento del obrero y garantizar la comodidad en el puesto de trabajo.

Área de mantenimiento

Este sector está destinado para las labores de mantenimiento técnico, como por ejemplo, reparación de la suspensión, frenos, dirección, sustitución de todo tipo de agregado y cambios de fluidos. Debe estar dotado de un banco o mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho, tornillo de banco, esmeriladora manual portátil, juego de útiles, herramientas manuales y material complementario, carrillo de transporte de herramientas y repuestos, pistola de aire a presión para limpieza de piezas, herramientas para la manipulación de lubricantes, purgador de circuitos hidráulicos y frenos de vehículos, y gato hidráulico.

Cálculo del área de la sección de mantenimiento

$$A_{\text{sec}} = f_e \cdot K_{\text{sec}} \quad (2.18)$$

donde:

A_{sec} - Área de la sección productiva, en m².

f_e - Área total ocupada por el equipamiento según su proyección horizontal y sus dimensiones máximas, en m^2 .

K_{sec} - coeficiente de la zona o sección de trabajo que tiene en cuenta la superficie necesaria para el trabajo normal del trabajador (ver anexo 12).

Donde:

$$f_e = \text{Área del vehículo} + \text{Área de la mesa de trabajo}$$

Área del vehículo:

En este caso se toma el vehículo de mayores dimensiones que atiende el taller, para lograr proyectar un puesto de trabajo que pueda atender todo tipo de equipos.

HOWO SINO TRUK 8X4: 12m de largo x 2.5m de ancho. (Ver anexo 13)

$$\text{Área del vehículo} = 12 * 2.5 = 30 m^2$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 m^2$$

$$f_e = 30 + 1.92 = 31.92 m^2$$

K_{sec} - Para el área de mantenimiento es 3.5 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 31.92 * 3.5 = 111.72 m^2$$

Área de remotorización

Este sector está destinado para la labor especial de remotorización, tarea que Cuba impulsa con motivo de renovar el parque vehicular y ahorrar combustible. Esta sección debe estar dotada de un banco o mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho, tornillo de banco, juego de útiles, herramientas manuales y material complementario, esmeriladora manual portátil, pistola de aire a presión para limpieza, grúa o aparato de elevación para motores con capacidad de izaje de 1500 Kg y equipo de oxicorte móvil.

Cálculo del área de la sección de remotorización

$$f_e = \text{Área del vehículo} + \text{Área de la mesa de trabajo}$$

Área del vehículo:

KRAZ-257: 9.64m de largo x 2.65m de ancho. (Ver anexo 14)

$$\text{Área del vehículo} = 9.64 * 2.65 = 25.55 m^2$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 \text{ m}^2$$

$$f_e = 25.55 + 1.92 = 27.47 \text{ m}^2$$

K_{sec} - Para el área de remotorización es 3.5 al igual que para la sección de mantenimiento ya que el coeficiente para esta sección no se encuentra definido.

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{\text{sec}} = 27.47 * 3.5 = 96.15 \text{ m}^2$$

Área de maquinado

Este sector está destinado para la elaboración de piezas (tornillería, separadores, bujes, etc.) necesarias para las labores de mantenimiento técnico, remotorización y el mantenimiento propio de la instalación. Debe estar dotado de un torno paralelo con distancia entre puntos 1.5m, banco o mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho, electroamoladora doble, taladro de banco y armario para almacenamiento de piezas terminadas.

Cálculo del área de la sección de maquinado

$$f_e = \text{Área del torno} + \text{Área de la mesa de trabajo} + \text{Área del armario}$$

Área del torno: 3.145m de largo x 1.1m de ancho.

$$\text{Área del torno} = 3.145 * 1.1 = 3.46 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del armario} = 0.50 \text{ m}^2$$

$$f_e = 3.46 + 1.92 + 0.50 = 5.88 \text{ m}^2$$

K_{sec} - Para el área de maquinado es 3 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{\text{sec}} = 5.88 * 3 = 17.64 \text{ m}^2$$

Área de pintura

Este sector está destinado a la labor de pintura tanto de partes y piezas como del vehículo en su totalidad. Esta sección debe estar separada por paredes de las demás secciones del taller y debe estar equipada con un sistema de ventilación, un sistema de extracción de gases y todo el instrumental del pintor. Además debe poseer un cuarto de preparado de pinturas provisto de una mesa de trabajo y una balanza para medir las proporciones de la pintura y el diluyente, este local debe poseer 2m de ancho por 2m de largo.

Cálculo del área de la sección de pintura

$$f_e = \text{Área del vehículo}$$

Área del vehículo:

En este caso se toma el vehículo de mayores dimensiones que atiende el taller, para lograr proyectar un puesto de trabajo que pueda atender todo tipo de equipos.

HOWO SINO TRUK 8X4: 12m de largo x 2.5m de ancho. (Ver anexo 13)

$$\text{Área del vehículo} = 12 * 2.5 = 30 m^2$$

$$f_e = 30 m^2$$

K_{sec} - Para el área de pintura es 4 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) tenemos:

$$A_{sec} = 30 * 4 = 120 m^2$$

Área de soldadura

Esta sección está destinada para la elaboración y reparación de piezas por soldadura, necesarias para las labores de mantenimiento técnico, remotorización y mantenimiento de la instalación. Este sector debe estar equipado con una mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho, tornillo de banco, equipo de soldadura manual con electrodo revestido y equipo de oxicorte. La sección debe estar separada de las demás mediante paredes resistentes al fuego y debe situarse cerca del área de pintura con el objetivo de utilizar el mismo sistema de extracción y ventilación (extractores intervenculados por tubos), lo que permite ahorrar energía eléctrica.

Cálculo del área de soldadura

$$f_e = \text{Área de la mesa de trabajo} + \text{Área del equipamiento de soldadura}$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 m^2$$

$$\text{Área del equipamiento de soldadura} = 1.5 m^2$$

$$f_e = 1.92 + 1.5 = 3.42 m^2$$

K_{sec} - Para el área de soldadura es 5.25 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) tenemos:

$$A_{sec} = 3.42 * 5.25 = 17.95 m^2$$

Área de fregado

Esta sección está destinada para las labores de limpieza exterior e interior del vehículo. Debe estar dotada de un equipo de lavado a presión y aspiradora de polvo. Esta sección debe estar separada de las demás áreas del taller debido a la gran demanda de agua que exige.

Cálculo del área de fregado

$$f_e = \text{Área del vehículo}$$

Área del vehículo:

En este caso se toma el vehículo de mayores dimensiones que atiende el taller, para lograr proyectar un puesto de trabajo que pueda atender todo tipo de equipos.

HOWO SINO TRUK 8X4: 12m de largo x 2.5m de ancho. (Ver anexo 13)

$$\text{Área del vehículo} = 12 * 2.5 = 30 m^2$$

$$f_e = 30 m^2$$

K_{sec} - Para el área de lavado exterior es 3 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 30 * 3 = 90 m^2$$

El área de fregado debe poseer un sistema de filtrado de aguas residuales y una trampa de grasa con el objetivo de minimizar el impacto ambiental. Para el montaje de estos sistemas es necesario conocer las regulaciones que establece el CITMA. (Ver Anexo 15).

Área de chapistería:

Sección destinada al trabajo con la chapa (restauración de carrocerías colisionadas o corroídas). Esta área debe estar separada por paredes para evitar el esparcimiento de partículas abrasivas por todo el local, debe poseer una lijadora de carrocerías, equipo de soldadura oxiacetilénica y mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho.

Cálculo del área de chapistería

$$f_e = \text{Área del vehículo} + \text{Área de la mesa de trabajo}$$

Área del vehículo:

En este caso se toma el vehículo de mayores dimensiones que atiende el taller, para lograr proyectar un puesto de trabajo que pueda atender todo tipo de equipos.

HOWO SINO TRUK 8X4: 12m de largo x 2.5m de ancho. (Ver anexo 13)

$$\text{Área del vehículo} = 12 * 2.5 = 30 m^2$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 m^2$$

$$f_e = 30 + 1.92 = 31.92 m^2$$

K_{sec} - Para el área de chapistería es 4.5 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 31.92 * 4.5 = 143.64 m^2$$

Área de reparaciones eléctricas:

Sección destinada a las labores de reparaciones eléctricas de los vehículos. Debe estar dotada de herramientas de medición (multímetro, jucón, kilovoltímetro), banco de prueba de alternadores, cautín, mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho y cargador de baterías.

Cálculo del área de reparaciones eléctricas:

$$f_e = \text{Área del banco de prueba de alternadores} + \text{Área de la mesa de trabajo}$$

$$\text{Área del banco de prueba de alternadores} = 0.80 m * 0.57 m = 0.46 m^2 \text{ (Ver anexo 16)}$$

$$\text{Área de la mesa de trabajo} = 2.40 * 0.80 = 1.92 m^2$$

$$f_e = 0.46 + 1.92 = 2.38 m^2$$

K_{sec} - Para el área de reparaciones eléctricas es 3.5 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 2.38 * 3.5 = 8.33 m^2$$

Área de tapicería

Sección destinada a la restauración de interiores del vehículo, este local debe estar dotado de una mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho, máquina de cocer, grapadora neumática y herramientas para cortar, martillar y quitar grapas.

$$A_{sec} = 6m * 3m = 18m^2$$

Área de oficinas

Desde esta tienen origen y destinos los procesos de planificación, control, y registro de todas las actividades del taller. La dirección del taller se comanda desde estas áreas, donde los supervisores tienen espacios para el tratamiento de información y posterior generación de informes referente a la actividad operativa dentro del taller.

En el caso de las oficinas, para los jefes de secciones o departamentos se establece un área específica de 10 a 12 m². En el caso del taller se determina la existencia de 3 oficinas que se distribuyen de la siguiente forma:

- Oficina del jefe de taller: 10 m²
- Oficina de administración: 10 m²
- Oficina de supervisor de taller (personal técnico productivo): 10 m²

$$A_{\text{sec}} = 30m^2$$

Área de almacén

Las áreas de almacenes constituyen del 20 al 30 % de las áreas productivas del taller. Esta sección debe poseer los medios para la manipulación de mercancía (monta cargas).

Áreas productivas del taller: 645.56 m².

$$A_{\text{sec}} = 645.56 * 0.20 = 129.1m^2$$

Pañol de herramientas

En el caso de que se necesite un área para el control y guardado de herramientas especiales (pañol) este representa el 4% del área del almacén y debe estar separado del resto del almacén por paredes.

$$A_{\text{sec}} = 129.1 * 0.04 = 5.16m^2$$

Almacén de lubricantes

Dentro del área de almacén se ubica el área destinada a los lubricantes, debe estar separada de las demás áreas del almacén por paredes. El área de lubricantes representa un 13% del área total del almacén por lo que tenemos que:

$$A_{\text{sec}} = 129.1 * 0.13 = 16.8m^2$$

Áreas de servicios sanitarios del taller

Las áreas de taquillas se calculan sobre la base de la cantidad total de obreros y el área específica establecida es de 0,75 a 0.80 m² por cada obrero.

Por tanto:

$$\text{Área de taquillas} = 17 \text{ obreros} * 0.8m^2 / \text{obrero} = 13.6m^2$$

Las áreas necesarias para lavados, se calculan sobre la base de una llave de agua por cada 10 obreros del turno principal y el área específica establecida es de 0.50 m² por cada lavado.

Por tanto:

$$\text{Área de lavados} = 2\text{lavados} * 0.50 m^2 = 1m^2$$

Las áreas necesarias para baños se calculan sobre la base de una ducha por cada 8 obreros del turno principal y el área específica establecida es de 2 a 3 m² por cada ducha. Se plantea la necesidad de tres duchas para prever un crecimiento del volumen de trabajo del taller y el personal.

Por tanto:

$$\text{Área de baños} = 3\text{duchas} * 2m^2 = 6m^2$$

Las áreas necesarias para servicios sanitarios se calculan sobre la base de una taza sanitaria por cada 15 obreros y el área específica establecida es de 3 m² por cada taza sanitaria. Igual que en el caso anterior se plantea la necesidad de dos tazas sanitarias para prever un aumento de la plantilla del taller.

Por tanto:

$$\text{Área de servicios sanitarios} = 2\text{tazas sanitarias} * 3m^2 = 6m^2$$

El área total de servicios sanitarios del taller es de 26.6 m².

Área de recepción

El área de recepción de los equipos está destinada a la inspección del estado de entrega del equipo y consiste en la verificación de la existencia y el estado de los agregados del equipo.

Cálculo del área de recepción:

$$f_e = \text{Área del vehículo}$$

Área del vehículo:

En este caso se toma el vehículo de mayores dimensiones que atiende el taller, para lograr proyectar un puesto de trabajo que pueda atender todo tipo de equipos.

HOWO SINO TRUK 8X4: 12m de largo x 2.5m de ancho. (Ver anexo 13)

$$\text{Área del vehículo} = 12 * 2.5 = 30 m^2$$

$$f_e = 30 m^2$$

K_{sec} - Para el área de recepción es 3.5 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 30 * 3.5 = 105 m^2$$

Área de parqueo

El área de parqueo está destinada al estacionamiento de los equipos que esperan para ser reparados y los equipos en espera de entrega, además se tienen en cuenta las áreas para los vehículos de parqueo permanente del taller.

Cálculo del área de parqueo:

Datos:

Cantidad de equipos que permanecen en parqueo: 8 equipos

Área del equipo representativo: 30 m² para el HOWO SINO TRUK 8X4

K_{sec} - Para el área de parqueo es 3 (ver anexo 12).

Por tanto al sustituir en la expresión (2.18) se obtiene:

$$A_{sec} = 8 * 30 * 3 = 720m^2$$

Área de ponchera

El área de ponchera se sitúa fuera del edificio principal del taller y cerca del área de parqueo, con el objetivo de prestar este servicio a vehículos de las FAR que no estén planificados en el programa de la entidad y lograr que esta actividad no interrumpa el proceso tecnológico del taller.

Este local prestará los servicios que comprende la ponchera más el servicio de balanceo de llantas.

Equipamiento:

- Balanceadora de ruedas de 1m de largo por 0.8m de ancho.
- Desmontadora de neumáticos de 1m de largo por 0.9m de ancho.
- Planchas para vulcanizado.
- Depósito de agua.
- Mesa de trabajo de 2.40m de largo por 0.80m de ancho.
- Estante para neumáticos reparados, nuevos y en espera para reparación.

Las dimensiones del área de ponchera se toman de acuerdo con las recomendaciones para un taller de nivel B. (Herrera Artilles, 1995)

$$A_{sec} = 12m * 5.40m = 64.8m^2$$

Croquis del área de ponchera

En la figura 3.2 se muestra el croquis dimensionado con la distribución en planta del área de ponchera.

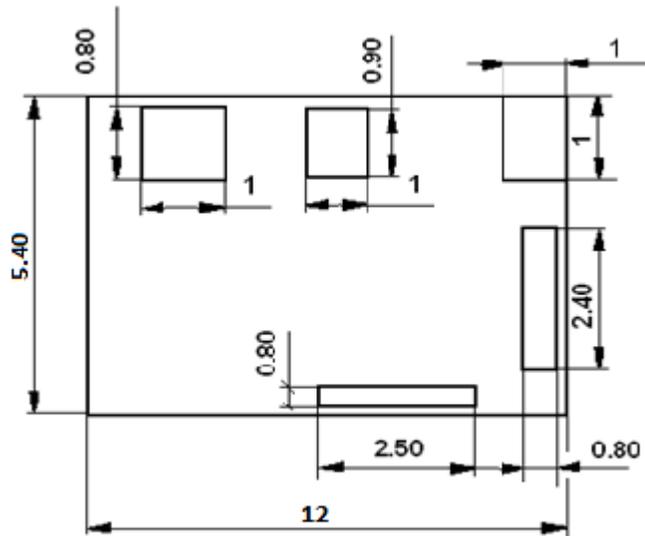


Figura 3.2 Distribución en planta de la ponchera.

En la tabla 3.7 se recogen las magnitudes calculadas para las diferentes áreas y el coeficiente utilizado para el cálculo.

Tabla 3.7 Áreas necesarias para el taller en m².

Sección	Coeficiente(Ksec)	f_e (m ²)	A_{sec} (m ²)
Mantenimiento	3.5	31.92	111.72
Remotorización	3.5	27.47	96.15
Maquinado	3	5.88	17.64
Soldadura	5.25	3.42	17.95
Electricidad	3.5	2.38	8.33
Chapistería	4.5	31.92	143.64
Pintura	4	30	120
Oficinas	-	-	30
Almacén	-	-	129.1
Servicios Sanitarios	-	-	26.6
Tapicería	-	-	18
Recepción	3.5	30	105
Fregado	3	30	90
Ponchera	-	-	64.8
Parqueo	3	30	720
Total			1810.55

Propuestas de variantes de distribución en planta

A continuación se presentan dos variantes de distribución en planta de la nave principal del taller y se determina el esquema general de este, así como el flujo tecnológico para las variantes propuestas.

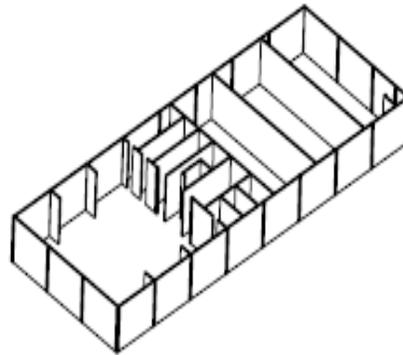
Plano de la nave principal del taller Variante 2.

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA NAVE PRINCIPAL.



LEYENDA

- 1 Mantenimiento.
- 2 Remotorización.
- 3 Chapistería.
- 4 Pintura.
- 5 Soldadura.
- 6 Maquinado.
- 7 Tapicería.
- 8 Taquillas y servicios sanitarios.
- 9 Oficinas.
- 10 Electricidad.
- 11 Almacén.
- 12 Pañol.
- 13 Cuarto de preparado de pinturas.



NUM. COLUMNAS (mm)	LONG. (mm)	NUM. DE COLUMNAS (mm)
4000	18000	4000

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA		FECHA	ESTADO
Modulo del edificio. Variante II			
edificio planta 4.0 m			
AUTOR			
DISEÑADOR			
CONSTRUCTOR			
PROYECTISTA			
REVISOR			
APROBADO			

ESQUEMA DE ÁREAS DEL TALLER Y FLUJO TECNOLÓGICO.

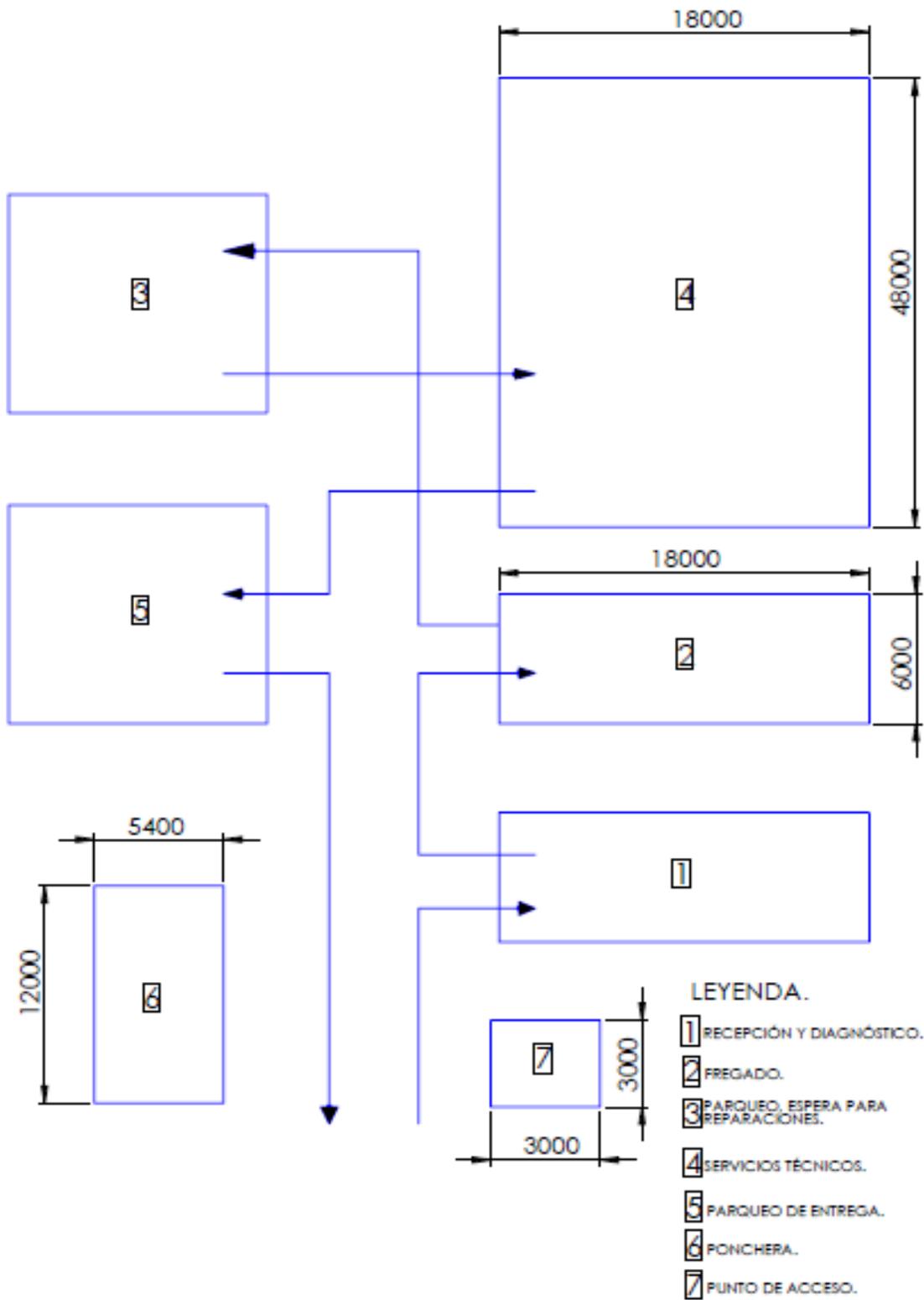


Figura 3.3 Esquema de áreas del taller y flujo tecnológico.

3.4 Necesidades de iluminación, ventilación y consumo de agua del taller acorde a la organización propuesta.

3.4.1 Determinación de la iluminación natural y artificial del taller.

La forma de iluminación natural del taller será iluminación superior o central, se obtiene cuando la luz del sol penetra en el interior del taller, a través de las claraboyas y agujeros del techo.

Cálculo de la iluminación superior para las áreas principales del taller (mantenimiento y remotorización):

$$\sum Sb = \frac{Sn * L_{cp} * Cp}{100 * T_o * V_2} \quad (2.21)$$

donde:

$\sum Sb$ - Área sumario de los agujeros de iluminación superior, en m².

Sn - Superficie del piso del departamento, en m².

L_{cp} - Magnitud normada con iluminación superior y combinada, se asume un 3 %.

Cp - Características lumínicas de la claraboya, se asume 3,6.

T_o - Coeficiente total de la transmisión de luz, para los departamentos con desprendimiento no considerable de polvo y humo, se asume 0,5; y para los departamentos con desprendimiento considerable de polvo y humo, se asume 0,4.

V_2 - Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la luz reflejada por la iluminación superior, se asume 1,3.

Al sustituir en la expresión (2.21) se obtiene:

$$\sum Sb = \frac{324 * 3 * 3.6}{100 * 0.5 * 1.3} = 53.8 \text{ m}^2$$

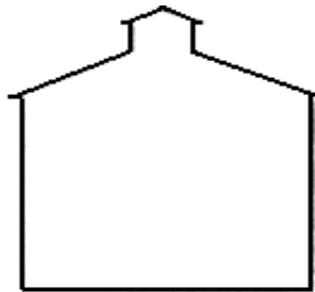


Fig. 3.3 Forma del edificio para garantizar la iluminación superior.

Cálculo de la iluminación artificial del taller:

Flujo luminoso necesario para el taller.

$$F_n = \frac{ki * F_p * E}{N_n} \quad (2.25)$$

donde:

F_n - Flujo luminoso que requiere la sección, en lux.

ki - Coeficiente de reserva de iluminación, que tiene en cuenta su reducción como consecuencia del posible ensuciamiento durante su explotación, para unos departamentos 2, para otros 1.5.

F_p - Área de la sección, en m^2 .

E - Iluminación promedio para la soldadura, forja y maquinado, se asume entre 75 y 100 lux/ m^2 , incluido las áreas auxiliares, para los restantes departamentos es de 50 lux/ m^2 .

N_n - Coeficiente que toma en cuenta la absorción de la luz por las paredes, se asume 0,45.

Para el área de mantenimiento y remotorización:

Al sustituir en la ecuación (2.25) se obtiene:

$$F_n = \frac{2 * 324 * 75}{0.45} = 108000 \text{ lux}$$

En la tabla 3.8 se muestra el flujo luminoso calculado para cada sección del taller.

Tabla 3.8 Flujo luminoso por secciones del taller.

Sección	$A_{sec} (m^2)$	E (lux)	Coeficiente (K_i)	Flujo luminoso (lux)
Mantenimiento y remotorización	324	75	2	108000
Soldadura	17.95	100	2	7977.8
Maquinado	17.64	100	2	7840
Oficinas	30	50	1.5	5000
Tapicería	18	50	2	4000
Pintura	120	75	2	40000
Chapistería	143.64	75	2	47880
Almacén	129.1	50	2	28688.9
Electricidad	8.33	75	2	2776.7
Servicio sanitario	26.5	50	2	5888.9
Total				258052.3

Cálculo del número de lámparas

$$N_l = \frac{F_n}{F_l} \quad (2.26)$$

donde:

N_l - Número de lámparas.

F_l - Flujo luminoso de las lámparas (ver anexo 5)

Tipo de lámparas:

Lámparas o luminarias fluorescentes (blanco Frío) de 40 W de 5100 lúmenes.

Al sustituir en la ecuación (2.26) se obtiene que:

$$N_l = \frac{258052.3}{5100} = 50.59 \text{ lámparas} \approx 51 \text{ lámparas}$$

Tipo de lámparas:

Lámparas y luminarias de vapor de mercurio a alta presión con 250 W de potencia y 13500 lúmenes.

Al sustituir en la ecuación (2.26) se obtiene que:

$$N_l = \frac{258052.3}{13500} = 19.12 \text{ lámparas} \approx 20 \text{ lámparas}$$

3.4.2 Cálculo de la ventilación natural y artificial del taller

Para garantizar una correcta ventilación natural es necesario que el edificio principal del taller se ubique de manera perpendicular a la dirección de los vientos.

Dirección de los vientos predominantes en Santa Clara: Norte noroeste.

Cálculo de la ventilación natural:

$$W = V * a \quad (2.27)$$

donde:

W - Volumen de intercambio de aire, de cada área o sección del taller, en m^3/min .

V - Volumen de aire, de cada área o sección, en m^3 .

a - Coeficiente de intercambio de aire; para la sección de forja, soldadura, reparación del sistema de alimentación y reparación del sistema eléctrico se asume de 4 a 6, para el área de prueba de motores se asume 5 y para las restantes áreas se asume de 2 a 4.

El volumen de intercambio de aire, para cada área o sección del taller, se calcula por la expresión 2.28.

$$V = f_p * h \quad (2.28)$$

donde:

f_p - Área de la sección, en m^2 .

h - Altura de la sección.

Ejemplo de cálculo para el área de mantenimiento:

La altura del edificio es de 4.8 m para garantizar la entrada del equipo más alto que atiende el taller, HOWO SINOTRUK 8X4 con 3.63 m de alto.

Al sustituir en la ecuación (2.28) se obtiene:

$$V = 223.44 * 3.63 = 811.1 \text{ m}^3$$

Al sustituir en la ecuación (2.27) se obtiene:

$$W = 811.1 * 4 = 3244.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

En la tabla 3.9 se muestra el resumen del cálculo del volumen de intercambio de aire para cada sección del taller.

Tabla 3.9 Volumen de intercambio de aire, de cada área o sección del taller, en m^3/min .

Sección	V (m^3)	a	W (m^3/min)
Mantenimiento	811.10	4	3244.40
Remotorización	461.52	4	1846.10
Maquinado	84.67	4	338.56
Soldadura	86.16	6	516.96
Chapistería	689.47	4	2757.88
Oficinas	90	4	360
Almacén	623	4	2492
Electricidad	40	6	240
Tapicería	86.40	4	345.60
Servicios Sanitarios	127.20	4	508.80
Pintura	480	4	1920

Cálculo de la ventilación artificial o mecánica para el área de pintura y soldadura

$$W_c = W * V \quad (2.29)$$

donde:

W_c - Volumen de circulación forzada, en m^3/min .

W - Volumen de intercambio de aire de la sección, en m^3/min .

V - Volumen de reserva, se asume de 1,2 a 1,5 m^3/min .

Al sustituir en la expresión (2.29) se obtiene:

$$W_c = 2436.96 * 1.5 = 3655.44 \text{ m}^3/\text{min}.$$

Las áreas de pintura y soldadura necesitan uno o varios extractores de aire que garanticen un volumen de circulación forzada de $3655.44 \text{ m}^3/\text{min}$.

3.4.3 Cálculo del consumo de aire comprimido del taller

El consumo de aire comprimido de los diferentes equipos se determinó por las recomendaciones establecidas en el anexo 6. En la tabla 3.9 se muestra el consumo por equipo y total para el taller.

Tabla 3.9 Consumo de aire comprimido del taller.

Equipos	Cantidad	Consumo de aire comprimido (m ³ /min)
Lijadora de carrocería	1	0.142
Lavadora de carros	1	0.240
Limpiador de bujías	1	0.142
Balanceador	1	0.085
Pistola de pintura	2	0.240
Desmontador de llantas	1	0.170
Inflador de neumáticos	1	0.043
Pistola quitadora de polvo	3	0.071
Consumo total		1.515

Según los resultados obtenidos, el taller necesita un compresor de aire que garantice un volumen de aire comprimido de $1.515 \text{ m}^3/\text{min}$.

3.4.4 Cálculo del consumo de agua del taller

Consumidores con una norma establecida del consumo de agua por objeto (planta de fregado).

$$Q_a = \frac{G_a * N_e}{1000} \quad (2.33)$$

donde:

Q_a - Consumo de agua en m³.

G_a - Consumo específico de agua por una máquina, en Litros. Para el lavado de tractores de gomas de 500 a 600 litros, para tractores sobre esteras de 750 a 1000 litros, para cosechadoras de 850 a 1100 litros, para vehículos ligeros de 250 a 300 litros, para camiones de 450 a 500 litros.

N_e - Plan anual de fregado de equipos.

Consumo de agua para el fregado de camiones

Datos:

Cantidad de camiones que atiende el taller: 71

Al sustituir en la expresión (2.33):

$$Q_{a1} = \frac{500 * 71}{1000} = 35.5 \text{ m}^3$$

Consumo de agua para el fregado de autos ligeros:

Datos:

Cantidad de autos ligeros: 2335

Al sustituir en la expresión (2.33):

$$Q_a = \frac{250 * 2335}{1000} = 583.75 \text{ m}^3$$

Consumidores por necesidades propias del taller

$$Q_a = \frac{N_{trab} * Q_{trab}}{1000 * tt} * F_{ro} \quad (2.36)$$

donde:

Q_a - Consumo de agua en m^3 .

N_{trab} - Número de trabajadores.

Q_{trab} - Consumo de agua por trabajador, se asume de 180 a 240 litros/obrero.

tt - Tiempo de turno, en h.

F_{ro} - Fondo real de tiempo del obrero, en h.

Al sustituir en la ecuación (2.36):

$$Q_a = \frac{17 * 240}{1000 * 8} * 1771.4 = 903.41 \text{ m}^3$$

Consumo de agua de los consumidores con gasto no calculado de agua

El consumo de agua de este grupo constituye el 20% de la suma de los consumos anteriormente calculados. Por tanto:

$$Q_a = 1522.66 * 0.20 = 304.53 \text{ m}^3$$

El taller necesita un volumen de agua de **1827.19 m^3 al año.**

Conclusiones parciales

1. El Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara no tiene definido el volumen de trabajo del servicio de remotorización y otras actividades de ocurrencia no prevista, lo que afecta el cálculo y definición de los volúmenes de trabajo y su correspondencia con la fuerza de trabajo.
2. El Taller no posee información ni datos de los volúmenes de trabajo que se demanda o realizan las áreas de soldadura, maquinado, tapicería, pintura, chapistería, ponchera, electricidad y fregado por lo que no se cuenta con datos precisos para justificar la existencia de estas y sus trabajadores.
3. La distribución de la carga de trabajo anual en los diferentes meses del año es irracional ya que en algunos meses se duplica la carga promedio distribuida y en otros no hay trabajo planificado para el taller.
4. El análisis con la metodología elaborada refleja un deficiente plan de servicios técnicos, la no recopilación, almacenamiento y procesamiento de la información técnica que se deriva de las atenciones técnicas realizadas, la deficiente distribución y ubicación de las áreas y secciones de trabajo y la necesidad de otras no existentes, flujo tecnológico inadecuado con permanentes contraflujos y extensas distancias a recorrer por el personal en la función de trabajo entre otras

Conclusiones generales

1. En la bibliografía especializada revisada se encontró la información y los elementos necesarios de cálculo, recomendaciones, principios y criterios que adaptados y ordenados coherentemente y con criterios de precedencias constituyen una metodología.
2. La metodología elaborada satisface los requerimientos necesarios para la proyección y organización de talleres de mantenimiento y reparación de equipos de flotas de transporte automotor y sus agregados de explotación, así como, para el análisis de organización y reestructuración de talleres ya existentes.
3. El análisis y estudio de la distribución y organización del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara, mediante la aplicación de la metodología elaborada, puso de manifiesto deficiencias organizativas, constructivas y de planificación de las atenciones técnicas que sin dudas afectan el funcionamiento, productividad y calidad del trabajo, así como, la seguridad y protección de los trabajadores y del medio ambiente.
4. Las variantes de distribución en planta de todas las áreas necesarias ubicadas en una sola nave principal, para similares funciones y programa anual que el Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara eliminan o reducen al mínimo las deficiencias que presenta dicho taller actualmente por lo que pueden servir de orientación para la reestructuración de este o para el proyecto de un nuevo taller.

Recomendaciones

1. Ampliar la metodología propuesta con criterios que establezcan el cálculo de la cantidad de talleres necesarios para una empresa en un territorio determinado.
2. Realizar un estudio más detallado en el Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara que permita reordenar en lo posible el mismo y establecer las laboriosidades de las áreas de soldadura, maquinado, chapistería, pintura, tapicería, electricidad y ponchera para determinar con exactitud si la existencia de estas y sus trabajadores es necesaria.

Bibliografía

1. Aguilera Martínez, A. F., (2001). "Perfeccionamiento de la planificación de recursos humanos en el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM). Una aplicación en la Industria Textil Cubana". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central de Las Villas (UCLV). Santa Clara. Cuba.
2. Alfonso Llanes, A. (2009) "Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas
3. Alkaim, J. L. (2003). "Metodología para incorporar conocimiento intensivo a las tareas de Mantenimiento Centrada en Confiabilidades aplicada en activos de sistemas eléctricos". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.
4. Batista Rodríguez, C. (2000). "Contribución al diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los centrales azucareros cubanos". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Holguín. Cuba.
5. Borroto Pentón, Y., (2005). Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara, Cuba.
6. Briceño Mejías, F. J., (2012). Diseño de un taller mecánico de maquinaria pesada forestal. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Ciudad Guayana. Disponible en: <http://biblioteca.usac.edu.gt> (Accesado el 25 de marzo de 2014).
7. COPIMAN, (2014). Definiciones de Mantenimiento. Disponible en: www.mantenimientomundial.com/sites/mm/definiciones.asp. Consultado marzo 2014.
8. Chadrishev, B. A. (1986). Mantenimiento y reparación de automóviles. Ed. Kolos. Moscú. (en ruso)
9. Torres, L., (2005). Mantenimiento. Su Implementación y Gestión. Ed. Universitas. Segunda Edición. Argentina. 350p.
10. Daquinta Gradaille, L. A. (2004). Mantenimiento y Reparación de la maquinaria Agrícola. Ed. Félix Varela. Ciudad de la Habana,

11. Da Silva Neto, J. C. y Gonçalves de Lima, A. M., (2002). "Implantação do Controle de Manutenção". Revista Club de Mantenimiento. No. 10, Septiembre. en http://www.clubdemantenimiento.com.ar/r11t6_controle.htm Consultado marzo 2014.
12. De la Paz Martínez, E., (1997). Perfeccionamiento del Sistema de Mantenimiento en la Industria Textil. (Tesis Doctoral). UCLV. Santa Clara, Cuba.
13. De la Paz Martínez, E., (2000) "Curso de Mantenimiento Hospitalario". Diplomado de garantía de Calidad de los servicios de salud. UCLV Santa Clara, Cuba.
14. De La Paz Martínez, E., (2011). "Estrategias y criterios en la función mantenimiento. Material del curso del mismo nombre". Especialidad Gestión de los servicios técnicos del Turismo. UCLV. Cuba.
15. Dunn, R. L., (2004) Basic guide to maintenance benchmarking. Disponible en: <http://www.manufacturing.net/ple/index.asp?layout=articleWebzine&doc-Oid=66165&industry>.
16. Fabro, E. (2003) "Modelo para planteamiento de mantenimiento basado en indicadores de criticidades de proceso". Tesis en opción al grado académico de Máster en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.
17. García-Ahumada, F., (2001). "Función del mantenimiento y las nuevas tecnologías". Revista Mantenimiento. No. 141, Enero/Febrero. España.
18. García Garrido, S., (2003). "Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial". Ed. Díaz de Santos. Madrid. España.
19. García González-Quijano, J., (2004). Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM). Tesis en opción al grado académico de Máster en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. España.
20. Gómez Figueroa, O., (2007). Localización y distribución en Planta de instalaciones de producción y servicio (Plan de estudio tarea Álvaro Reinoso) Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Facultad de Ingeniería Industrial – Economía.
21. González, N., (2014) Entrevista personal, Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara, 21 de abril de 2014. Santa Clara, Cuba.
22. Herrera Artilles, A., (1995). Organización del Mantenimiento y Proyección de talleres de Mantenimiento. UCLV. Cuba. 160 pp.

23. Herrera Artilles, A., (2005) Administración del Mantenimiento. Monografía. Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC). Managua. 150 p.
24. Herrera Artilles, A. (2008). Planificación y Organización del Mantenimiento. Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC). Managua. 150 p.
25. Herrera Artilles, A. (2011) Fundamentos de la Gestión del Mantenimiento (Primera Parte) Compendio UCLV.
26. Jefatura de Logística MINFAR (2002) Instrucciones No 17 del jefe de logística de las FAR estableciendo las normas de explotación y consumo y las bases de cálculo asociados al aseguramiento técnico de la especialidad de tanque y transporte.
27. Knezevic, J., 1996 MANTENIMIENTO. Monografía. Ed. **Isdefe**. Primera Edición. Madrid. 211p. ISBN: 84-89338-09-4.
28. Lodola, E., (2006). "Maintenance global service contracts: a guide to develop maintenance management strategies and performance indicators". Tesis en opción al grado académico de Máster en Gestión de la Ingeniería. Universidad de Pisa. Italia.
29. Levitski, C. A. (1983). Reparación de máquinas. Ed. Kolos, Moscú. (en ruso).
30. Mora Gutiérrez, A., (2012). "Mantenimiento Industrial Efectivo". Medellín. Colombia, AMG.
31. Morales Mayen D.A., (2004) Propuesta de organización del taller de mantenimiento y de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y vehículos de la zona vial No. 3 de caminos Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en biblioteca.usac.edu.gt. Consultado mayo 2014.
32. Pérez, R., (2008) Administración y Organización del Mantenimiento. UPONIC-Universidad de Oriente. Managua, Nicaragua.
33. Portuondo Pichardo, F., (1990) Economía de Empresas Industriales. (2 partes). Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
34. Rodríguez Machado, A, Borroto Pentón, Y. y Alfonso Llanes, A. (2012) Manual de gestión del mantenimiento. Trabajo de Diploma. UCLV. Santa Clara. Cuba.
35. Sánchez, R., (1999) Contribución al perfeccionamiento del sistema de gestión del mantenimiento a las máquinas y equipos productivos y energéticos en la fase de operación en las fábricas de azúcar crudo cubanas. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis Doctoral.

36. Sotuyo Blanco, S. (2001) "Optimización Integral de Mantenimiento (OIM)". Ellmann, Sueiro y Asociados.
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/oim.asp>
37. Sotuyo Blanco, S. (2002). La optimización integral de mantenimiento. disponible en:
<http://www.mantenimientomundial.com/articulos/11optimizacion.asp>
38. Stefano, L., (2006). "Maintenance global service contracts: a guide to develop maintenance management strategies and performance indicators". Tesis en opción al grado de Especialista en Administración de la Ingeniería. Universidad de Pisa. Italia.
39. Tavares, L. A., (2001) Administración Moderna del Mantenimiento. Ed. "Novo Polo Publicaciones". Brasil. Disponible en soporte magnético en www.datastream.net Consultado diciembre 2013.
40. Ulman, B. D. y otros (1985) Reparación de Máquinas. Ed. Kolos. Moscú (en ruso)
41. Vargas Vallejo M.E., (2007). Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Disponible en bibdigital.epn.edu.ec
42. VI Congreso del PCC, (2014). Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución. Aprobado 18 de abril de 2011.

Anexos

Anexo 1

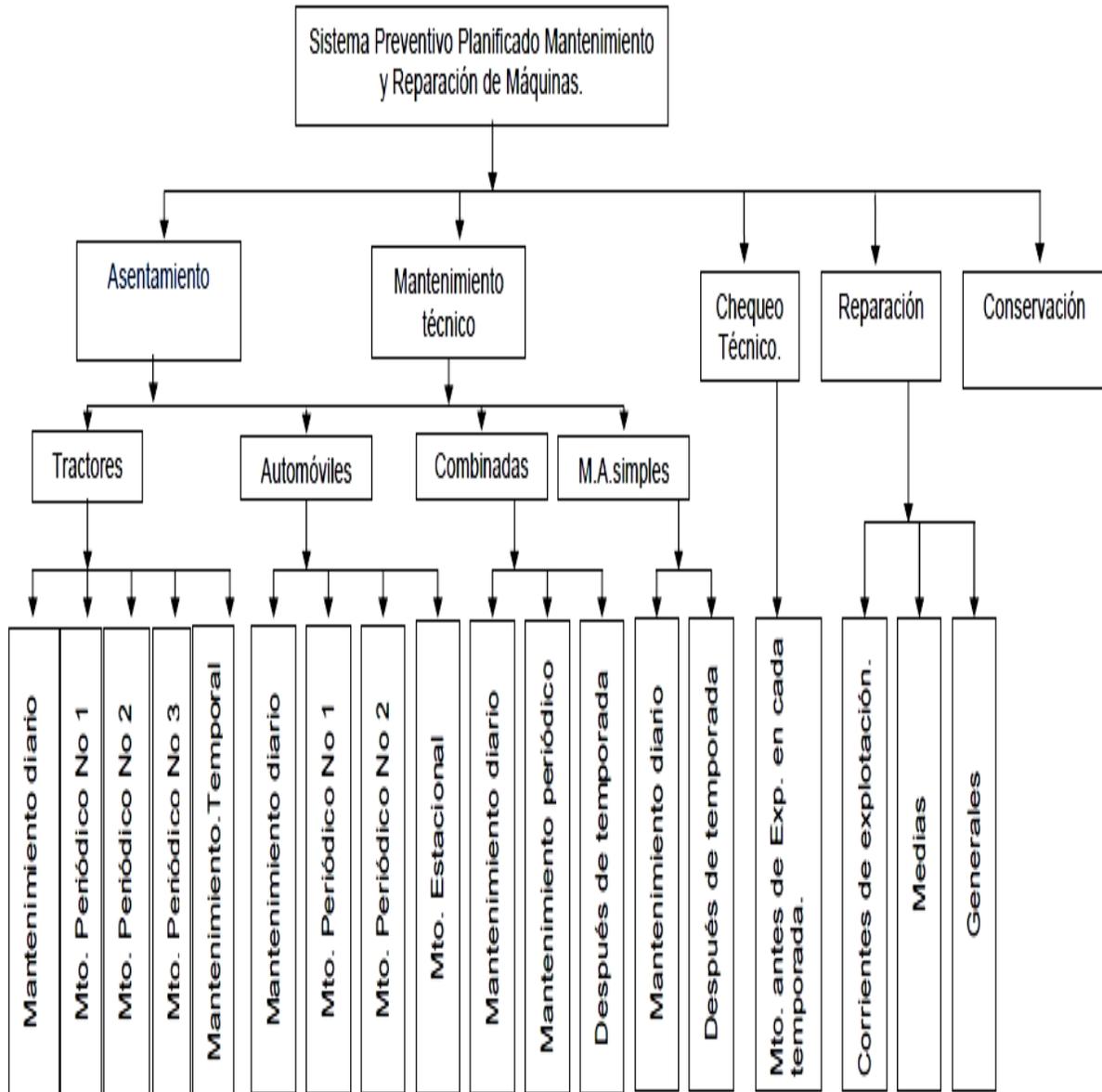


Figura 1. Estructura del sistema preventivo planificado de mantenimiento técnico y reparación a la maquinaria (SPPMTRM).

Anexo 2

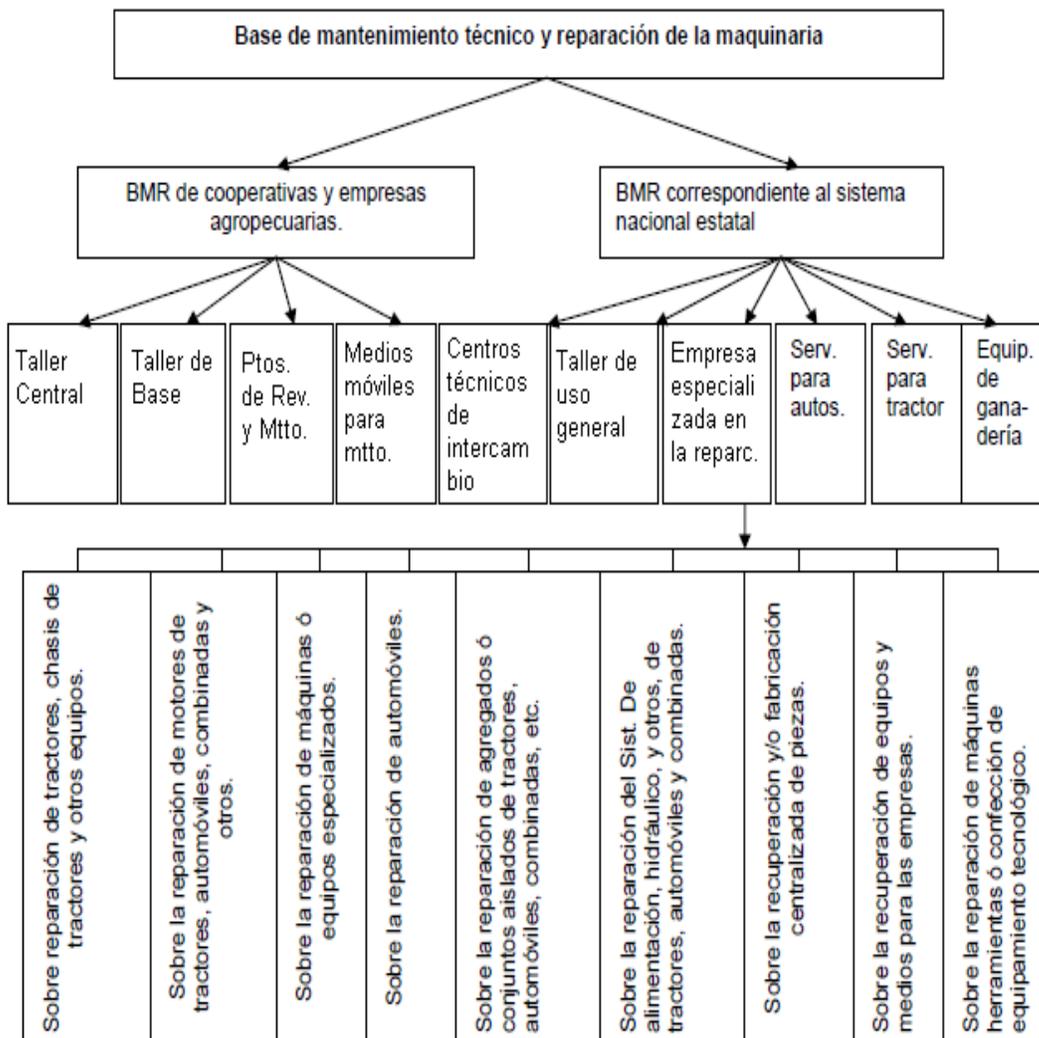
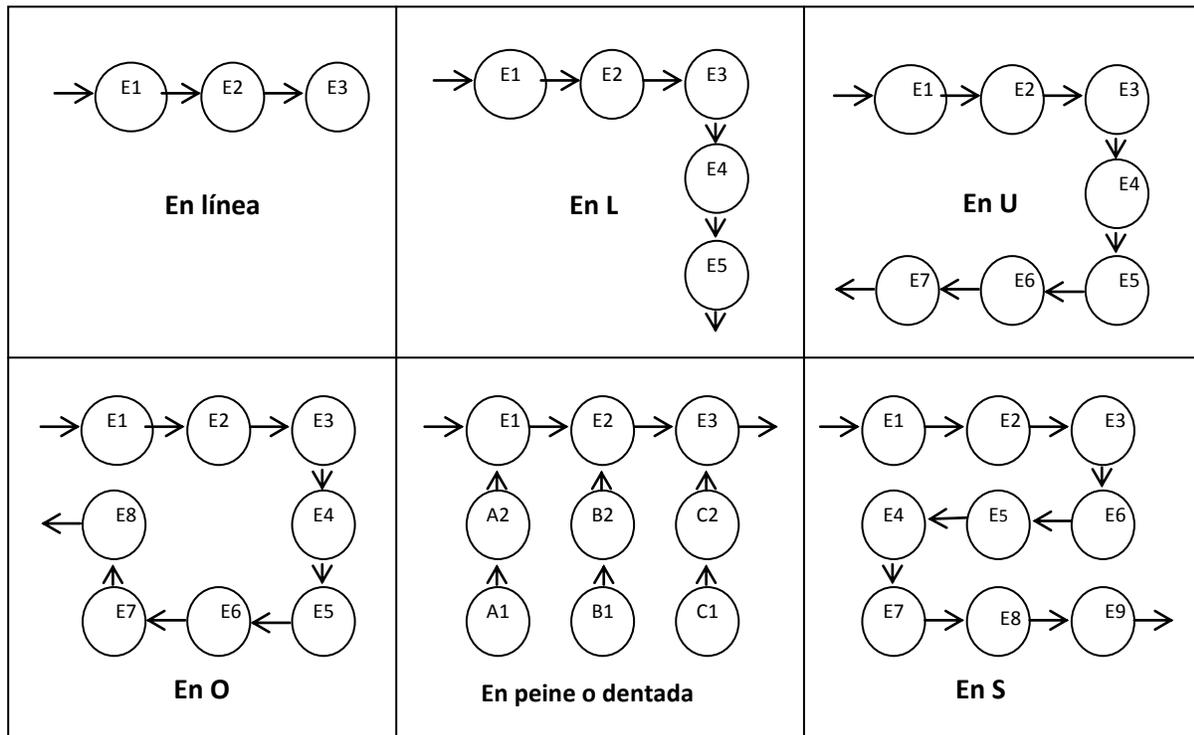


Figura 2. Esquema estructural de la base de reparación y mantenimiento técnico.

Anexo 3



ción,

Figura 3 Formas más habituales de las distribuciones en planta por producto.

Anexo 4

Tabla 1. Modelo de Plan gráfico anual de las actividades de servicio técnico del taller

Tipo de servicio técnico.	Marca del equipo	Cantidad . equipos	Cant. de serv. técn.	Laboriosidad	Volumen de trabajo	Meses	
						C	Vt
Reparación general							
Reparación media							
MTP 3							
MTP 2							
MTP 1							
Reparación eventual							
Fregado							
Engrase							
Trabajo auxiliar							
Total							

Anexo 4 (Continuación)

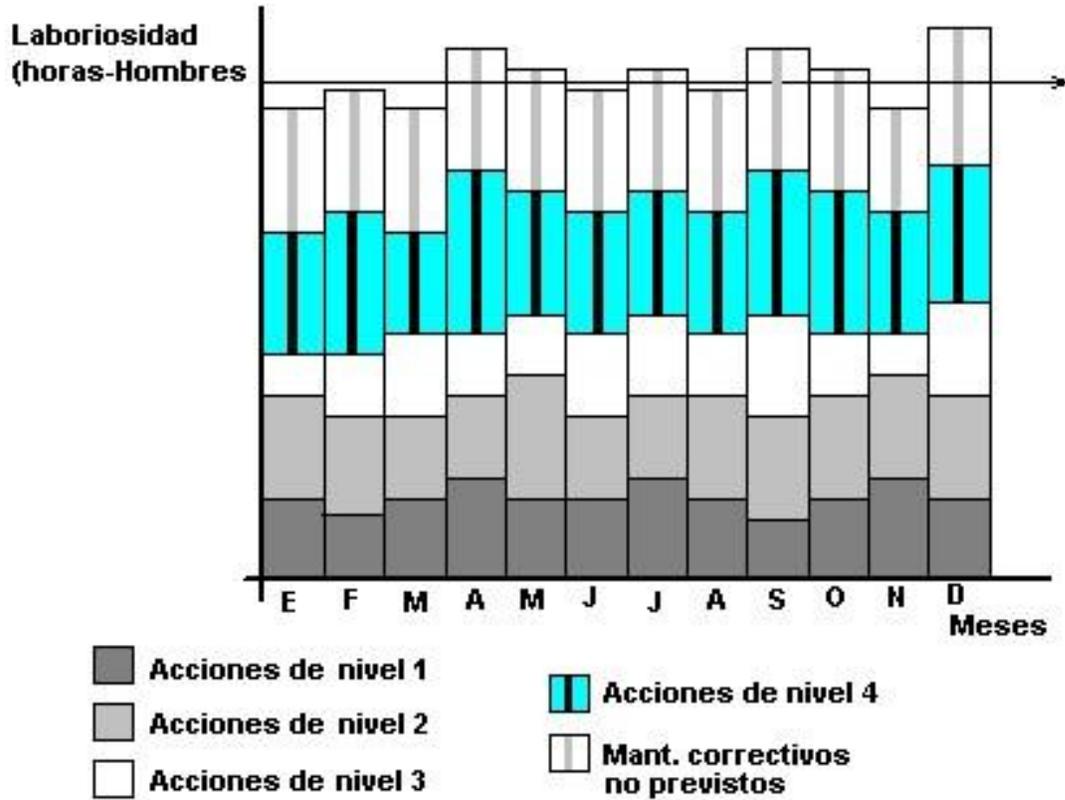


Figura 4. Ejemplo de gráfico de carga.

(Fuente: Herrera Artiles, 2008)

Anexo 5

Tabla 2. Flujo luminoso de las lámparas. (Daquinta Grandaille, 2004)

Tipo de Lámpara		Potencia(w)	Lúmenes
Lámparas y luminarias fluorescentes	Blanco frio		3200
	Blanco univ.	40	2500
	B.F.	65	5100
	B.U.		4000
	B.F.	80	5700
	B.U.		4400
Lámparas y luminarias de vapor de mercurio a alta presión		125	6300
		250	13500
		400	23000
		700	40000
		1000	55000
Lámparas de vapores metálicos halógenos y luminarias para ellas		250	18000-20000
		400	25200-28000
		1000	80000
Lámparas y luminarias de alta presión de vapores de sodio		250	25000-25500
		400	47000-48000
		1000	120000-130000
Lámparas y luminarias incandescentes		60	850
		100	1630
		150	2550
		200	3600

Anexo 6

Tabla 3. Parámetros de los equipos neumáticos. (Daquinta Grandaille, 2004)

Tipo de equipo	Rango de presión kg/cm²	Consumo de aire m³/min
Limpiadora de filtro	5-7	0.085
Pulidoras de carrocerías	5-7	0.057
Lijadoras de carrocerías	5-7	0.142
Probador de frenos	5-7	0.100
Lavadoras de carros	5-7	0.240
Descarbonizadores	5-7	0.085
Pistolas quitadoras de polvo	5-7	0.071
Probador de radiador	5-7	0.028
Limpiador de bujías	5-7	0.142
Probador de bujías	8.5-10.5	0.165
Balanceador	8.5-10.5	0.085
Puertas de garajes	8.5-10.5	0.057
Rampas hidráulicas	10-12.5	0.150
Pistolas de pintura (producción)	5-7	0.240
Pistolas de pintura (exteriores)	5-7	0.064
Pistolas de pintura (interiores)	5-7	0.540
Aceitador de muelles	5-7	0.105
Martillos de aire	5-7	0.465
Martillos de guardafangos	5-7	0.248
Desmontador de llantas	8.5-10.5	0.170
Cambiador de neumáticos	8.5-10.5	0.028
Inflador de neumáticos	8.5-10.5	0.043
Ensanchador de neumáticos	8.5-10.5	0.028
Limpiador de vacío	8.5-10.5	0.185

Anexo 7

TALLER INTEGRAL ACTUAL

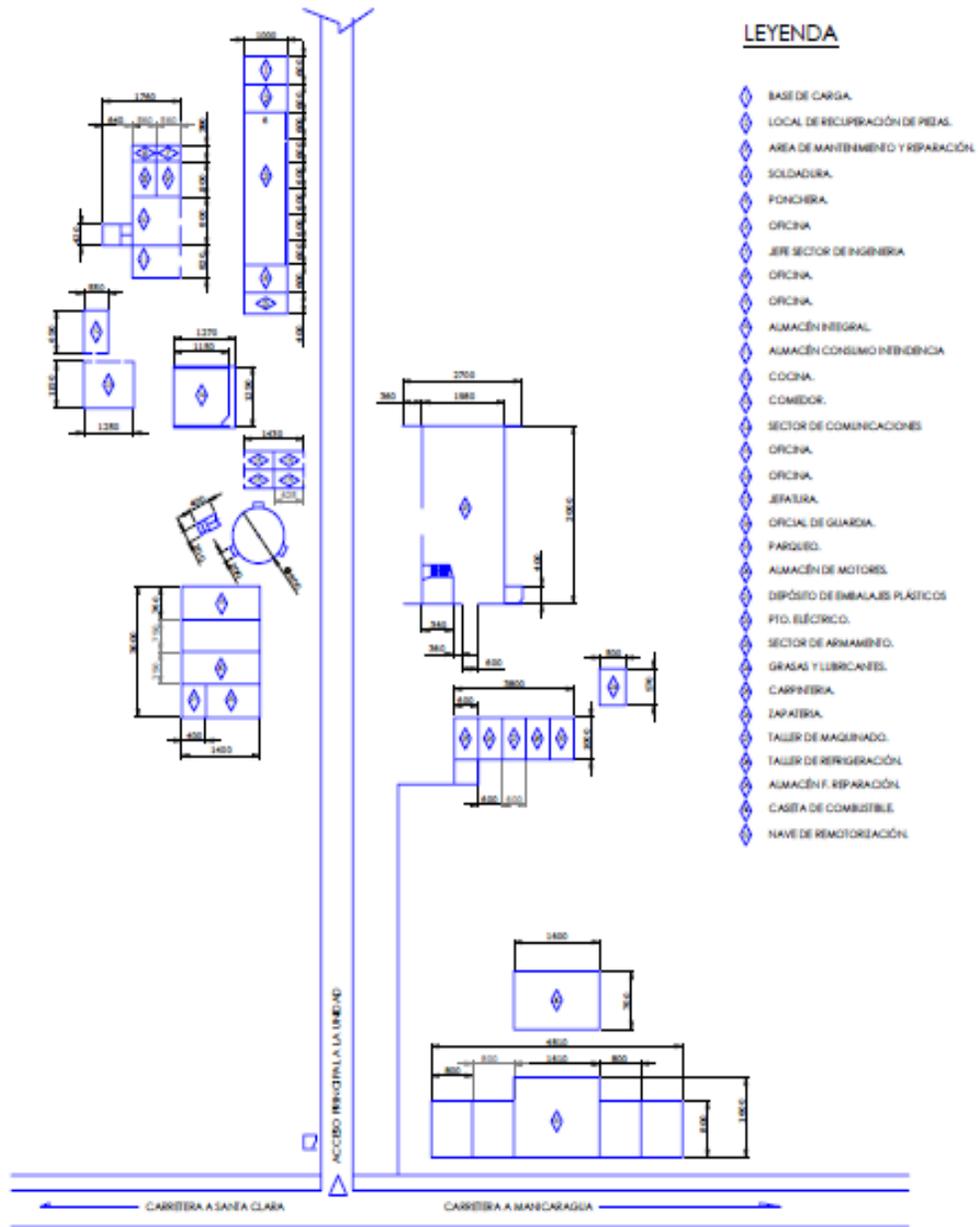


Figura 5. Plano del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara.

Anexo 8

PLANO DEL TALLER Y ESQUEMA DE FLUJO PARA LA REMOTORIZACION

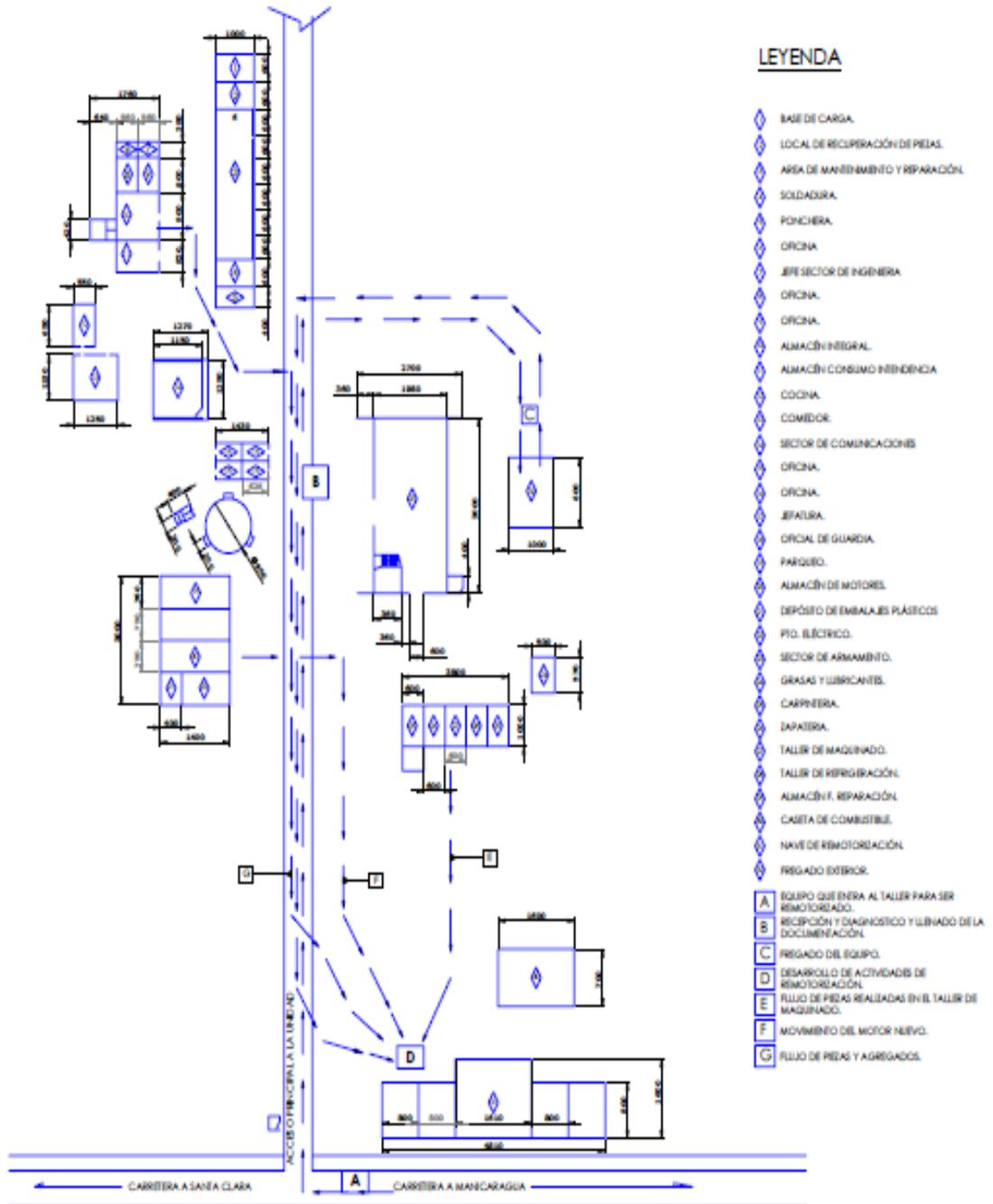


Figura 6. Esquema de flujos de la actividad de remotorización.

Anexo 9

Tabla 4. Plan de servicios técnicos del Taller Integral de la Región Militar de Villa Clara.

No	Marca	Cant	Cant MT2	I TRIMESTRE				II TRIMESTRE				III TRIMESTRE				IV TRIMESTRE				TOTAL					
				E	F	M	TOTAL		A	M	J	TOTAL		J	A	S	TOTAL		O	N	D	TOTAL			
							MT2	H/H				MT2	H/H				MT2	H/H				MT2	H/H		
1	UAZ-469	21	49			2	2	28	3	8	5	21	294		9	9	18	252	1	1	6	7	98	39	546
2	UAZ-469DT	4	4															4			4	56	4	56	
3	BJ 2023	18	18												15	15	210	2	1		3	28	18	238	
4	UAZ-452D	6	18			1	1	14		6		6	84		4	2	6	84	1		4	5	70	18	252
5	UAZ-452DDT	1	1							1		1	14											1	14
6	GAZELA DT	14	14												14	14	140							14	140
7	GAZELA A95	1	0																						
8	UAZ-452A	2	5						1		1	2	28	1			1	14			2	2	28	5	70
9	UAZ-452ADT	1	1												1		1	14						1	14
10	IVECO	2	2												2		2							2	
11	KIA	1	1												1		1							1	
12	JINEEI	7	11						2		2	20	2	1	4	7	70			2	2	20	11	110	
13	YUTONG M	1	2											1		1	10			1	1	10	2	20	
14	GIRON	9	22						2	9	11	220						8		3	11	220	22	440	
15	YUTONG	3	6						3		3	60			2	2	40	1			1	20	6	120	
16	GAZ-53DT	5	8							1	1	14	2	2		4	56			3	3	42	8	112	
17	GAZ-66DT	2	2											1		1	14			1	1	14	2	28	
18	HOWO4X4	4	0																						
19	HOWO20T	6	12						6		6	108						6			6	108	12	216	
20	HOWO6X6	1	0																						
21	KAMAZ	7	11						4		4	60			6	6	90	1			1	15	11	165	
22	KRAZ	5	11			1	1	20	1	2	1	4	80	1	3	4	80		1	1	2	40	11	220	
23	MAZ	6	21			3	3	72	3		4	7	168	3	3	6	144			5	5	120	21	504	
24	URAL-375	1	4			1	1	15			1	1	15			1	15			1	1	15	4	60	
25	URAL-4320	1	10			2	2	34		2		2	34		2		34	2		2	4	68	10	170	
26	ZIL-130DT	9	10											1	1	1	3	42	7		7	98	10	140	
27	ZIL-131DT	22	12						1		1	14		2	1	3	42	4		4	8	98	12	154	
28	NORBEN	1	3						1		1	18	1			1	18		1		1	18	3	64	
29	TOTAL	161	265			10	10	183	14	37	22	72	1217	9	29	61	99	1369	37	4	35	75	1136	248	3843

Anexo 10

Tabla 5. Laboriosidad establecida para los servicios de fregado y engrase.

Tipo de equipo	Servicio	
	Fregado	Engrase
Vehículos ligeros	0.52	0.78
Ómnibus	0.60	0.90
Camiones hasta 2 t	0.48	0.72
Camiones de 5-10 t	0.80	1.20
Camiones más de 15 t	1.40	2.20
Remolques ligeros	0.16	0.24
Semirremolques	0.24	0.36

Anexo 11



Figura 7. Juego de útiles.



Figura 8. Equipo herramental de mecánico ajustador en cajón portátil.

Anexo 11

Tabla 6. Herramientas de sujeción.

GRAFICO	NOMBRE
	Alicate de presión
	Tornillo de banco
	Sujetadores



Figura 9. Dispositivo para trasvase de aceites y jeringas para aceites.



Figura 10. Purgadores para circuitos hidráulicos y frenos de vehículos.

Anexo 12

Tabla 7. Valores del coeficiente de la sección de trabajo K_{sec} y del área específica destinada a un obrero (f_t). (Daquinta Grandaille, 2004)

Denominación de las secciones o áreas de trabajo	Coeficiente (K_{sec})	Área específica (f_t) (m^2)
Limpieza y lavado exterior.	3,0-4,0	30-35
Desmontaje-lavado de piezas	3,5-4,0	25-35
Desarme de equipos	4,0-4,5	20-30
Defectado y completado	3,5-4,0	25-35
Puestos (vallas) de mantenimientos	3.5-4.5	20-30
Diagnostico	3,5- 5	65-70
Reparación de motores	4,0-4,5	23-30
Ensayo de motores	4,0-4,5	25-50
Rep. Equipos y sistemas eléctricos	3,5-4,5	10-12
Rep. Aparatos y sistemas de combustible	3,5-4,0	10-12
Reparación y montaje	4,0-4,5	25-30
Dig. rep. de agregados y arme	3,5-4,5	40-50
Reparación del tren de rodaje	3,5-4	60-70
Forja, herrería, tratamiento térmico.	5,0-6,0	24-26
Soldadura	4,5-5,0	15-20
Herrería	5,0-5,5	15-25
Máquinas herramientas, Ajuste	3,0-3,5	10-12
Trabajos de hojalatería	3,5-4,0	10-15
Chapistería	4,0-5,0	30-40
Pintura	4,0-4,5	30-40
Pailería	5,5-6,0	30-40
Tapicería	3,5-4,0	18-22
Reparación. de radiadores	4,0-4,5	12-15
Carpintería	6,0	20-25
Reparación de acumuladores	3,5-4,0	20
Tratamientos galvánicos	5,0-5,5	
Trabajos con materiales polímeros	5,0-5,5	
Rep. y mant. de herramientas	3,5-4,0	10-12
Vulgarización (ponchera)	3,5-4,0	20-35
Mantenimiento de la base	3,5-4,5	10-12
Parqueo de equipos	2.5-3.5	

Anexo 13



Figura 11. HOWO SINO TRUK 8X4

Tabla 8. Características técnicas del HOWO SINO TRUK 8X4.

SINOTRUK HOWO 8x4 cargo truck	
Engine	Maker: SINOTRUK
	Diesel 4 stroke direct injection diesel engine, 6 cylinder in-line with water cooling,turbo-charging & intercooling
	Engine model:WD615.96
	Max. output: 375hp@2200rpm
	Max torque: 1800NM
	Bore/Stroke(mm):126/130
	Displacement: 9.726 liters
Clutch	Φ430 diaphragm clutch
Transmission	HW 10 speeds (HW18710)
Front Axle	HF7 7tons
Rear Axle	HW1697 strengthened axle (punching-welding axle housing, double reduction driving axle, inter-wheel differential and differential lock)
Chassis	Front overhang (mm): 1500
	Rear overhang (mm): 2734
	Wheel base (mm): 1800+4600+1350
	Rear track (mm): 1830
Steering	ZF8098
Wheel & Types	12.00-20 (rim: 8.5-20) bias tire
Driver's cab	HW79 cabin, double sleepers with A/C
Dimensions in (mm)	Dimension(mm): 12000x2496x3633
	Max speed: 102km/h
	Approach angle: 16degree
	Departure angle: 14 degree
	Inner size: 9280mm*2326mm*600mm
BODY	Capacity: 12.45CBM
	Thickness of steel(mm): floor 3mm side 2mm
	front tipping type(in front of the body) with HYVA tipping system Holland technolog
Weight	Kerb. mass: 13420 kg
	Total mass: 31000kg

Anexo 14

Tabla 9. Características técnicas de los principales medios de transporte de las FAR.

Equipos	Masa (ton)	Altura máx. (m)	Ancho máx. (m)	Longitud máx. (m)	Ancho de vía (m)	Cantidad de comb (l)
LADA	1.05	1.44	1.61	4.09	1.36	39
VOLGA	1.42	1.49	1.82	4.75	1.47	55
UAZ 469	1.65	2.05	1.8	4.02	1.45	78
GIRON IV-V-VI	4.0-5.5	2.95	2.44	7.15	1.94	105
GIRON XII-XVII	6-7	2.9	2.5	9.19	2.11	125
ZIL 130	4.3	2.4	2.5	6.67	1.5	170
ZIL 131	6.7	2.97	2.5	7.04	1.8	240
URAL 375	8.02	2.58	2.5	7.61	2.02	300
URAL 4320	8.6	2.58	2.5	7.61	2.02	300
MAZ 500-503	8	2.64	2.5	7.14	1.97	200
MAZ 504	6.4	2.64	2.5	7.14	1.97	304
KRAZ 260	11.8	2.79	2.64	8.1	1.95	350
KRAZ 255	11.9	3.1	2.75	8.64	2.6	300
KRAZ 256	11.4	2.79	2.64	8.1	1.95	350
KRAZ 257	10.26	2.67	2.65	9.64	1.95	165
KRAZ 258	9.68	2.92	2.65	7.37	1.95	300
KAMAZ 410-112	6.6	2.85	2.49	6.14	2.01	170
KAMAZ 212-320	7.08	2.95	2.49	7.59	2.01	170
KAMAZ 4310	6.07	3.02	2.5	7.61	2.01	300

Anexo 15

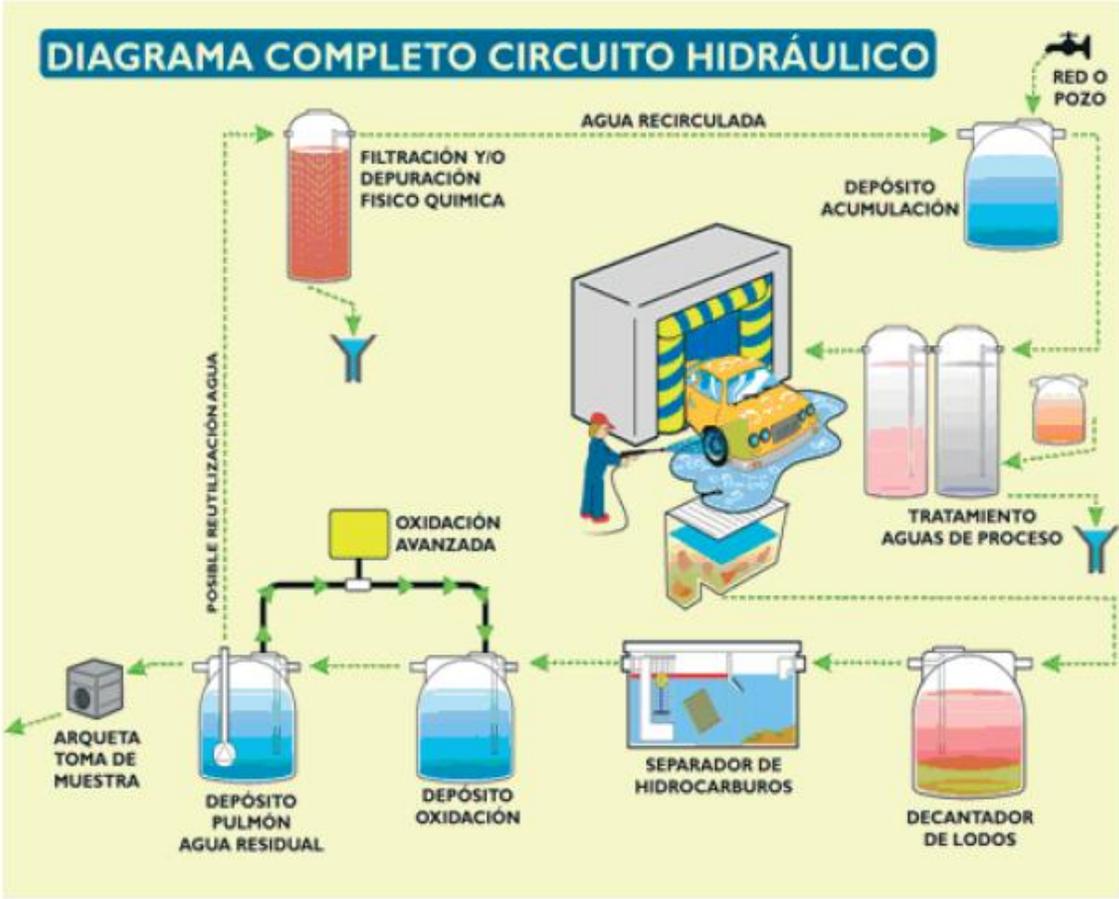
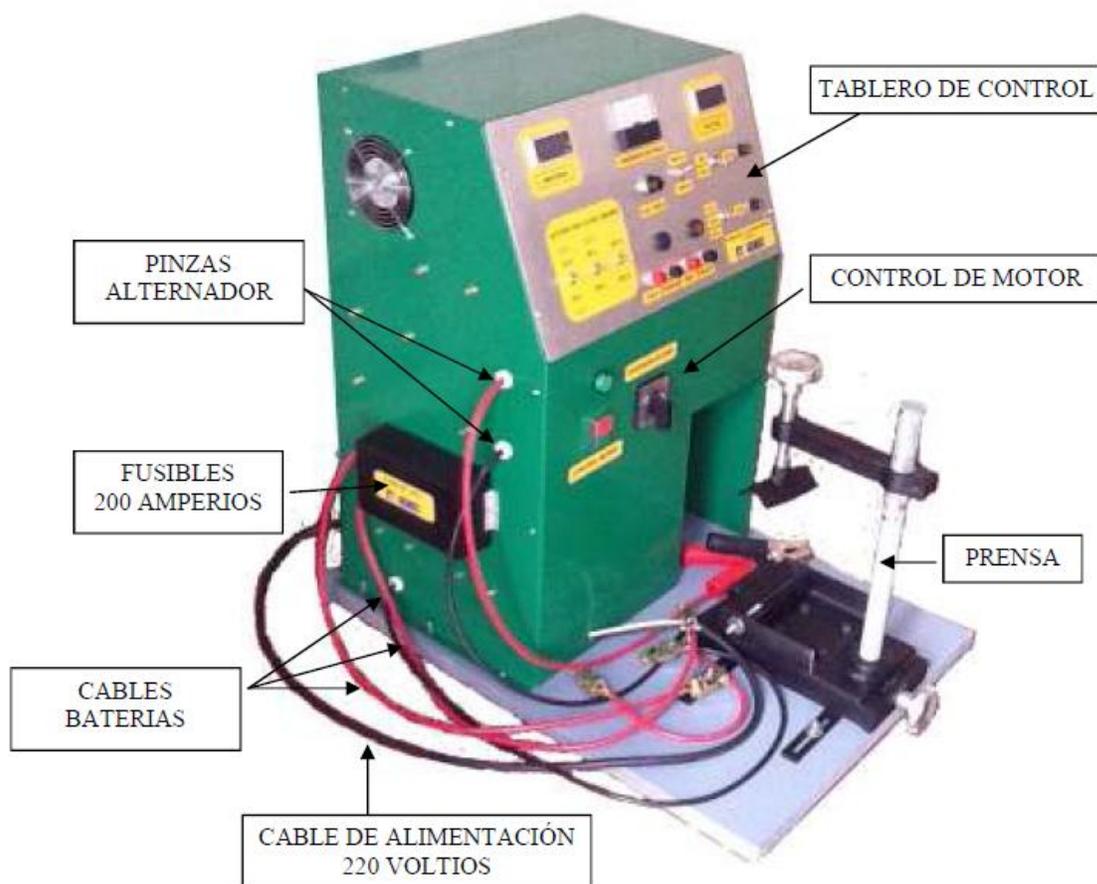


Figura 12. Circuito con desinfección mediante oxidación avanzada.

Anexo 16



AT5HP—BANCO DE PRUEBA DE ALTERNADORES FICHA TÉCNICA

- Motor de 5 HP a 220 VAC ó motor de 3 HP a 110 VAC 3600 rpm
- Inversor de giro y protección térmica.
- Polea en “V” y acanalada.
- Voltímetro y Amperímetro digitales.
- Seis niveles de carga (20A, 40A 60A 80A 100A 120A)
- Prueba de alternadores de 12 voltios y 24 voltios.
- Prensa ajustable con pasador de seguridad y tornillo tensor de correa.
- Dimensiones: Ancho: 57 cm, Largo: 80 cm Alto: 80 cm
- Peso: 70 Kg. Aprox.

Figura 13. Banco de prueba de Alternadores.