



TRABAJO FIN DE MÁSTER

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE ESTACIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE EN SISTEMAS METROPOLITANOS.

AUTOR:

Alfonso Parra Pascual

DIRECTOR:

D. Carlos Sancho de Mingo

CO-DIRECTOR:

D. Pedro Pablo Pascual González

Madrid, Julio de 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Miguel y Felisa, mis hermanos Miguel y Eduardo, mis cuñadas Mercedes y María José y mis sobrinas Elena, Sofía y Valeria, por sus ánimos, comprensión, cariño y apoyo incondicional siempre.

A mis directores de TFM, D. Carlos Sancho de Mingo y D. Pedro Pablo Pascual González, por su inestimable apoyo en la redacción de este trabajo.

A mis amigos, José Anguita, Chema, Cristian, Mada, Israel, Miguel Gallego, Miguel Ángel Río, Mercedes las Heras, Marco Vicario, Miguel Ángel Galán, por aguantarme desde hace tantos años el oírme hablar de trenes y por su amistad incondicional desde hace tantos años.

A D. José Luis Arqués, mentor, jefe y amigo por todo el tiempo que me ha dedicado a lo largo de estos años y por transmitirme todos los conocimientos que de ti he aprendido. No me quiero dejar en el camino a otros tantos excepcionales profesionales del mundo del ferrocarril, de los cuales he aprendido todo lo que hoy en día se, D. Juan Canteli, D. Francisco Ortiz, D. Miguel Rojo, D. Carlos Arteagabeitia (DEP), D. Juan López Redondo y D. Rafael López, que además de jefes, han sido maestros y amigos a lo largo de toda mi vida profesional.

Finalmente, a mi gran amiga Rocío, por su apoyo incondicional siempre, por transmitirme la ilusión por afrontar nuevos desafíos y por la filosofía de vida que desde hace tantos años me transmite.

FICHA TÉCNICA

Título: “GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE ESTACIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE EN SISTEMAS METROPOLITANOS”

Autor: Alfonso Parra Pascual

Director: D. Carlos Sancho de Mingo

Co-Director: D. Pedro Pablo Pascual González

Titulación: Máster Universitario Sistemas Ferroviarios. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia de Comillas.

Resumen:

El Trabajo Fin de Master que se presenta, pretende ser una guía básica para el diseño inicial de las instalaciones necesarias para llevar a cabo las labores de mantenimiento de la flota de un sistema ferroviario metropolitano.

Para ello se ha dividido el TFM en 3 partes. En la primera parte se indican unos criterios básicos para la implantación de estas instalaciones, así como criterios ferroviarios para el diseño de los haces de vía necesarios para la conexión de las instalaciones de mantenimiento con la vía general. Resaltar, que cada nuevo diseño es “un lienzo en blanco” y que ningún diseño anterior que se haya realizado es idéntico al reto de diseñar unas nuevas instalaciones en una nueva ubicación, con una superficie diferente, una geometría de la parcela diferente. Son indicaciones y recomendaciones básicas al afrontar la conexión ferroviaria necesaria.

En la segunda parte, se indican las últimas tendencias en el mantenimiento, se analizan las principales áreas del mantenimiento del material rodante, haciendo hincapié en el diseño, características, funcionalidad y dimensionamiento de los talleres de mantenimiento de primer y segundo nivel. En esta parte también se analizan las principales zonas de mantenimiento de los elementos vitales de un tren, como son los talleres específicos de las distintas disciplinas, como son las áreas de bogies, motores, reductores, electrónica de potencia, etc.

En la tercera parte se procede a indicar las pautas para el diseño del área de estacionamiento de trenes, así como otras instalaciones adicionales necesarias para el mantenimiento de la flota.

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER.

Descripción:

El mundo del mantenimiento del material rodante de una línea metropolitana ha ido evolucionando en los últimos años de una forma radical. Antes, cuando la movilidad de la población era menor, la no disponibilidad de las unidades de tren no era tan crítica. En la actualidad, con la congestión del tráfico en las ciudades, cada vez mayor, ciudades cada vez con más extensión y una población que demanda un sistema de transporte masivo eficaz, ha llevado a que la disponibilidad del material rodante sea la máxima, ya que un tren parado es un coste y por tanto las estrategias de mantenimiento han evolucionado hacia la máxima disponibilidad del material rodante.

Por este motivo la idea de realizar una guía de diseño encaminada a mostrar la forma actual de mantenimiento de este tipo de material rodante.

Objetivos:

El principal objetivo de este trabajo, es intentar mostrar a un ingeniero novel en el diseño de este tipo de infraestructuras la manera de pensar, dimensionar y definir los elementos de este tipo de instalaciones.

No pretende ser una guía exhaustiva y que se ha de seguir incondicionalmente, ya que el diseño de este tipo de instalaciones es siempre enfrentarse a un “lienzo en blanco” y cada diseño está muy condicionado por la ubicación de las instalaciones, conexiones, etc. Son múltiples los condicionantes que afectan al diseño y por tanto cada diseño es único para cada ubicación.

Se pretende también aportar información relevante de distintas instalaciones muy particulares que se emplean para el mantenimiento del material rodante, como pueden ser los tornos de reperfilado de ruedas, medidores de parámetros, instalaciones de pintado de trenes, etc.

Aportaciones:

A través del TFM lo que se ha pretendido es transmitir una visión general de todos los elementos que componen este tipo de infraestructuras, muy complejas en su diseño y la cantidad de elementos que se han de tener en cuenta a la hora del diseño.

También se pretende aportar unas pautas de diseño basadas en la experiencia en el mantenimiento de este tipo de material rodante que tiene Metro Madrid.

Así mismo se ha intentado transmitir una forma de pensar en el diseño, basado en la disponibilidad máxima del material rodante y al mismo tiempo optimizar los espacios de trabajo de las distintas áreas que componen este tipo de instalaciones.

Planificación de Tareas:

Para la elaboración del TFM la planificación de las tareas que se han seguido son:

	feb-17				mar-17				abr-17				may-17				jun-17				jul-17			
ACTIVIDAD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Recogida información																								
Análisis Información																								
Visitas Talleres 1er Nivel																								
Visitas Talleres 2º Nivel																								
Visitas Talleres Especialidades																								
Redacción Trabajo Fin de Máster																								
Entrega Trabajo Fin de Máster																								
Presentación Trabajo Fin de Máster																								

Las tareas para la elaboración de este TFM han consistido en la recogida de información, su análisis y organización y a continuación unas visitas a los talleres de Metro Madrid para recabar la experiencia de esta autoridad ferroviaria.

Con todo ello se ha procedido a elaborar el presente documento estructurado en los siguientes capítulos:

- Introducción y Objeto del TFM
- Bases de Partida
- Criterios Generales para la Implantación
- Dimensionamiento General de los Talleres
- Estacionamiento de Trenes
- Instalaciones Adicionales necesarias para el Mantenimiento
- Otras Áreas e Instalaciones y

Conclusiones:

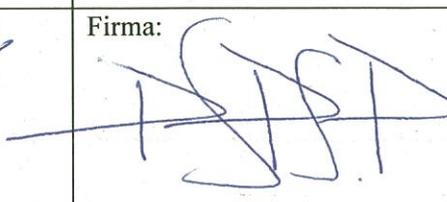
Cuando se plantea el diseño de este tipo de instalaciones “industriales”, además de la componente ferroviaria de las mismas, se han de tener en cuenta múltiples instalaciones auxiliares necesarias para el correcto funcionamiento.

Diseñar este tipo de instalaciones es siempre un “rompecabezas” nuevo a resolver, ya que de inicio el diseño se ha de adaptar a las disponibilidades de espacio, ubicación, accesos ferroviarios desde la línea principal, accesos carreteros, etc.

El principio de partida para el diseño de estas instalaciones es el Plan de Mantenimiento del fabricante del material rodante. Este dato es la base fundamental para un buen diseño de las instalaciones.

Los cálculos siempre han de partir de los datos de explotación de la línea, hay que tener en cuenta crecimientos futuros de la línea y de los kilómetros que recorre la flota y ante eso, hacer un planteamiento de diseño con holguras suficientes para que las labores de mantenimiento que se han de realizar cumplan con el plan previsto y la disponibilidad de las unidades.

Las inversiones a realizar en estas instalaciones son importantes, pero no se han de escatimar recursos al inicio y “nacer pequeño” en cuanto a las instalaciones, ya que si sucede este hecho, la operación de la línea no será la idónea y la disponibilidad de la flota se puede ver comprometida.

Alumno: ALFONSO PARRA PASCUAL	Director: CARLOS SANCHO DE MINGO	Co-Director: PEDRO PABLO PASCUAL GONZÁLEZ.
Firma: 	Firma: 	Firma: 

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL TRABAJO	1
2.	BASES DE PARTIDA	2
2.1.	Ubicación.....	2
2.2.	Características del Parque a Mantener	2
2.3.	Operación.....	3
2.4.	Funcionamiento General del Centro de Mantenimiento	4
3.	CRITERIOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN.....	5
3.1.	Acceso ferroviario.....	5
3.2.	Área de mantenimiento de trenes	6
3.3.	Área de estacionamiento de trenes	6
3.4.	Otras instalaciones.	7
4.	DIMENSIONAMIENTO GENERAL DE LOS TALLERES.....	8
4.1.	Criterios Básicos de Diseño	8
4.2.	Taller de Mantenimiento de 1 ^{er} Nivel	12
4.2.1.	<i>Características</i>	13
4.3.	Taller de Mantenimiento de 2 ^o Nivel	20
4.3.1.	<i>Cálculo de las vías necesarias</i>	20
4.3.2.	<i>Área de Plataformas de Elevación del Tren</i>	22
4.3.3.	<i>Vía de Mantenimiento a Nivel</i>	24
4.4.	Talleres Específicos.	25
4.4.1.	<i>Sección de Mantenimiento de bogies y Flujograma de Mantenimiento de bogies:</i>	26
4.4.2.	<i>Sección de Motores</i>	33
4.4.3.	<i>Sección de Mecánica, Neumática</i>	33
4.4.4.	<i>Sección Potencia y Auxiliares</i>	35
4.4.5.	<i>Sección de Máquinas-Herramientas</i>	35
4.4.6.	<i>Sala de Pruebas</i>	36
4.4.7.	<i>Sala de Baterías</i>	37

4.4.8.	<i>Laboratorio Electrónico</i>	38
4.4.9.	<i>Sección de Poliéster y Carpintería</i>	39
4.4.10.	<i>Sección de Tapicería e Interiorismo</i>	40
4.4.11.	<i>Taller de Pintura</i>	40
4.5.	Revisiones y Reparaciones de Piezas del Parque.....	41
4.5.1.	<i>Producción de Bogies</i>	41
4.5.2.	<i>Producción de Motores</i>	42
4.5.3.	<i>Producción de Reductores</i>	42
4.5.4.	<i>Cálculo del stock de las piezas de parque necesarias</i>	43
4.5.5.	<i>Consumo de Ruedas</i>	44
5.	ESTACIONAMIENTO DE TRENES.....	45
6.	INSTALACIONES ADICIONALES NECESARIAS PARA EL MANTENIMIENTO.....	47
6.1.1.	<i>Máquina de Lavado</i>	47
6.1.2.	<i>Torno de Foso</i>	49
6.1.3.	<i>Nave de Preparación y Pintura</i>	52
6.1.4.	<i>Cabina de Lavado y Soplado de Bajos</i>	53
6.1.5.	<i>Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura</i>	55
6.1.6.	<i>Mesa Baja Vías</i>	56
6.1.7.	<i>Otros Equipamientos</i>	58
7.	OTRAS ÁREAS E INSTALACIONES.....	59
8.	CONCLUSIONES.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: conjunto de actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el 1er nivel]	12
Tabla 2: Parámetros Técnicos del Área de Mantenimiento de 1 ^{er} Nivel.	18
Tabla 3: Equipamientos del Área de Mantenimiento de 1er Nivel.	19
Tabla 4: Instalaciones del Área de Mantenimiento de 1er Nivel.	20
Tabla 5: Actividades de Mantenimiento Preventivo a realizar en el 2º Nivel.....	21
Tabla 6: Equipamientos de vía del Área de Mantenimiento de 2º Nivel	24
Tabla 7: Maquinaria de la Sección de Mantenimiento de Bogies.....	26
Tabla 8: Maquinaria de la Sección de Motores.....	33
Tabla 9: Maquinaria de la Sección de Mecánica y Neumática.	34
Tabla 10: Maquinaria de la Sección de Potencia y Auxiliares.....	35
Tabla 11: Maquinaria de la Sección de Máquina-Herramienta.....	36
Tabla 12: Maquinaria de la Sala de Pruebas.	37
Tabla 13: Maquinaria de la Sala de Baterías.....	38
Tabla 14: Maquinaria del Laboratorio Electrónico.	39
Tabla 15: Maquinaria de la Sección de Poliéster y Carpintería.	39
Tabla 16: Maquinaria de la Sección de Tapicería e Interiorismo.....	40
Tabla 17: Maquinaria del Taller de Pintura.....	41
Tabla 18: Parámetros Técnicos del Área de Estacionamiento.	46
Tabla 19: Componentes del Túnel de Lavado al paso.....	48
Tabla 20: Características del Túnel de Lavado.	49
Tabla 21: Componentes del Torno de Foso.....	50
Tabla 22: Características Técnicas del Torno de Foso.....	51
Tabla 23: Características Técnicas del Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura.....	56
Tabla 24: Características Técnicas del Baja Vías.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Logístico de piezas de parque y conjuntos de tren.	9
Figura 2: Secuencia de ejecución de las intervenciones de Primer Nivel.	12
Figura 3: Medidor de parámetros de rodadura.	14
Figura 4: Imagen de un Foso Doble de mantenimiento de Primer Nivel.	14
Figura 5: Vía sobre pilarillos, plataforma de acceso al tren.	15
Figura 6: Elevador de Tijera.	16
Figura 7: Cestillos de acceso al techo del tren. Plataformas elevadas de acceso al techo del tren.	16
Figura 8: Seccionador Eléctrico de Catenaria e indicador lumínico de tensión.	17
Figura 9: Indicadores lumínicos de tensión en foso.	17
Figura 10: Monocarriles con polipastos. Puente grúa.	18
Figura 11: Plataformas Elevadoras.	22
Figura 12: Sistema de transporte de bogies desmontados.	23
Figura 13: Mesa Girabogies.	24
Figura 14: Flujograma de Mantenimiento de Bogies.	27
Figura 15: Maquina de lavado de Bogies.	29
Figura 16: Elevadores de columna.	29
Figura 17: Prensa de calado – decalado ruedas.	30
Figura 18: Prensa de Pruebas de Bogies.	31
Figura 19: Calces final de Vía.	46
Figura 20: Estacionamiento Tipo. Metro Madrid.	46
Figura 21: Túnel de Lavado al paso.	48
Figura 22: Torno de Foso.	50
Figura 23: Cabina de Pintura.	52
Figura 24: Cabina de Lavado y Soplado de Bajos.	54
Figura 25: Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura.	55
Figura 26: Mesa Baja Vías.	57

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL TRABAJO

El objeto del presente documento es definir una guía de diseño de las áreas de mantenimiento y de cocheras y describir sus características técnicas y equipamientos principales.

La base para el diseño de estas instalaciones se desarrollarán con el objetivo de la optimización de los distintos flujos de actividades que se produce en dicho recinto y que se resumen así:

- Flujos de las actividades sobre las unidades del material rodante desde la vía general al taller y a cocheras y viceversa.
- Flujos de los equipos y materiales dentro del taller y superficies asignadas.
- Flujos de los suministros desde el exterior del recinto a los almacenes y desde éstos a las diferentes áreas.

El desarrollo del documento se ha realizado atendiendo a las particularidades de cada uno de los siguientes bloques:

- Área de Mantenimiento de I nivel.
- Talleres de Mantenimiento de II nivel.
- Secciones de Trabajo, Secciones Técnicas y Almacenes necesarios.
- Área de Estacionamiento.

Para la elaboración de esta guía de diseño se toma como principal premisa que la línea de metro considerada es una línea independiente, no forma parte de ninguna red de metro asociada y las instalaciones a diseñar son exclusivas para esa línea de metro. En estas instalaciones se ha de ser capaz de realizar todas las labores de mantenimiento del material rodante asociadas a la operación prevista en la línea.

2. BASES DE PARTIDA

Para el diseño de estas instalaciones, se ha de partir de una serie de condicionantes exteriores al propio diseño de las mismas y que son proporcionadas normalmente por el cliente del proyecto a realizar (administraciones ferroviarias), el material rodante que circulará por la línea, y fundamentalmente el plan de explotación de la línea.

A continuación se va a definir los datos necesarios de cada uno de los mismos para realizar el diseño de las instalaciones.

2.1. Ubicación

La ubicación de las instalaciones de mantenimiento normalmente viene impuesta por las características del territorio por el que transita la línea de metro. Una línea de metro normalmente transita por zonas urbanas, con una alta presión urbanística y en la cual las parcelas de terreno disponible son escasas, de geometría difícil y casi siempre de superficie también muy limitada.

Lo ideal sería disponer de una superficie en una de las cabeceras de la línea, a continuación de la última estación, así como una pequeña zona de estacionamiento en la otra cabecera de la línea.

Pero normalmente, lo ideal no se cumple, así que la adaptación a la ubicación disponible es el primer y principal condicionante en el diseño de estas instalaciones.

2.2. Características del Parque a Mantener

El material rodante es el elemento principal de este documento, ya que es para él para quien se diseñan las instalaciones. En el caso que nos ocupa, la línea es exclusiva y el material rodante es único, y por tanto las instalaciones se han de diseñar para este tipo de material rodante.

En el caso de que existiesen diferentes tipos de material rodante, de distintas características el diseño de los talleres y cocheras sería diferente, pero se han de determinar que elementos de ambos tipos de material son compatibles para realizar las labores de mantenimiento y por tanto aptas para realizar dichas labores para ambos tipos de material. Es decir, se han de aunar sinergias en el mantenimiento para minimizar las inversiones a realizar y por tanto los costes derivados del mismo.

En nuestro caso, el material rodante es único y las principales características que se han de tener en cuenta son:

- Número de coches
- Configuración
- Longitud total (m)
- Longitud coches (m)
- Ancho (m)
- Altura (pantógrafo plegado) (m)
- Número de pantógrafos.
- Altura piso (m)
- Número de Bogies
- Numero de motores
- Numero de reductoras
- Número de convertidores de potencia
- Número de compresores
- Diámetro rueda nueva (mm)
- Dimensiones bogies (m)
- Masa tren tara (t)
- Masa coches tara (t)

Estas son las principales características físicas del material rodante a tener en cuenta para el dimensionamiento de las instalaciones.

Por otra parte, **el fabricante del material rodante suministra el plan de mantenimiento del mismo** y bajo el cual se han de realizar las labores de mantenimiento. En dicho plan de mantenimiento se determinan la periodicidad o kilometraje de cada una de las intervenciones a realizar, y en cada intervención determina que elementos específicos se han de revisar y que actividades se han de desarrollar. Esta es la base fundamental para el diseño de las instalaciones.

2.3. Operación

El plan de operación determina el número de unidades necesarias para la prestación del servicio comercial, las unidades que se necesitan para la reserva operativa en caso de incidencias del material y el número de unidades en mantenimiento.

En sistemas metro el número de unidades en mantenimiento está en el entorno del 8.50% de las unidades necesarias para la prestación del servicio comercial.

El número de unidades en reserva operativa depende de la autoridad ferroviaria, pero oscila entre 1 o 2 unidades preparadas para prestar servicio. Normalmente estas unidades están estacionadas en el área de estacionamiento o en las cabeceras de la línea.

Por otra parte, derivado de la actividad comercial de la línea, frecuencias, días tipo, etc, se determina el **kilometraje anual** que se realizará por la totalidad de la flota, y por tanto el **kilometraje anual de cada una de las unidades**.

El responsable de operación de la línea y el responsable de mantenimiento han de estar totalmente coordinados de forma que el **envejecimiento de las unidades sea progresivo** y adaptado a los planes de mantenimiento de las unidades. Es decir, la kilometración de las unidades ha de desfasarse en su uso diario, de forma que vayan cumpliendo los kilómetros necesarios para acceder al taller para realizar las revisiones periódicas sobre los mismos.

Por tanto, del plan de operación de la línea se obtienen dos datos fundamentales para el diseño de las instalaciones, que son:

- Flota a mantener
- Kilometración anual que realiza cada unidad de la flota.

Estos dos datos son la base para realizar el diseño y dimensionamiento de las instalaciones objeto de esta guía.

2.4. Funcionamiento General del Centro de Mantenimiento

Un Centro de Mantenimiento integral de una flota está compuesto normalmente por las siguientes áreas o dependencias:

- **Nave principal de talleres**, en la cual de forma resumida se realizarán las siguientes actividades:
 - Revisiones de ciclo corto (1^{er} nivel) y largo (2^o nivel) del parque de material rodante de la línea.
 - Reparaciones derivadas de averías producidas durante la operación o detectadas durante la revisión de 1^{er} nivel.
 - Reparaciones derivadas de accidentes y de daños causados por actos vandálicos ocurridos en el material rodante durante la operación.
 - Revisión y/o reparación de los conjuntos que componen el material rodante en servicio.
 - Almacenamiento de los conjuntos y componentes del material rodante.
 - Otras actividades como: Limpiezas del exterior del material rodante, su repintado exterior, medida de los parámetros de las ruedas y retorneo de las mismas.
- **Área de estacionamiento** del material rodante en la cual se realizan normalmente labores de limpieza interior.

Es habitual ver en este tipo de instalaciones, además de las instalaciones propias para el mantenimiento del material rodante, **instalaciones auxiliares para el mantenimiento de la infraestructura** y áreas de almacenamiento de materiales de las instalaciones fijas, como pueden ser desvíos, carriles, bobinas de catenaria. En estas mismas instalaciones se diseñan vías, muelles de carga y áreas de estacionamiento de los vehículos auxiliares para el mantenimiento como pueden ser las dresinas, amoladoras de carril, etc. En esta guía no se incluye el diseño de estas instalaciones, pero sí se indican recomendaciones para su ubicación dentro del área de mantenimiento.

Además también es usual ver en este tipo de instalaciones un **edificio de gerencia de la línea**, donde se suele instalar el CTC de la línea. En esta guía no se incluye este tipo de edificación.

3. CRITERIOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN.

A continuación se van a explicar unos criterios generales a tener en cuenta para la implantación de las instalaciones de mantenimiento del material rodante.

3.1. Acceso ferroviario

En el diseño de la configuración de la playa de vías que conduce a los talleres, cocheras y vías de prueba se ha de considerar:

- Normativa de diseño vigente en el ámbito donde se van a proyectar las instalaciones.
- Radio mínimo en planta de las curvas. El radio mínimo ha de ser compatible con el radio mínimo del material rodante cuando circula a baja velocidad en zona de talleres. En material rodante tipo metro pesado, este radio mínimo oscila entre los 140 – 190 m.
- Gradientes de las vías de estacionamiento destinadas al estacionamiento de los trenes no deberán exceder de 2,5 ‰.
- Gradiente de las vías de mantenimiento 0 ‰
- Se recomienda que el acceso a las instalaciones sea con vía doble, para gestionar mejor las entradas, salidas del material rodante y minimizar el tiempo de acceso a las instalaciones.
- Se recomienda proyectar antes del acceso a las vías generales una “vía estrelladero” o “vía mango” del lado de salida del taller. La vía mango estará conectada mediante un aparato a la vía de salida del taller a línea y siempre puesto en posición desviada, y solamente cuando se de autorización para el acceso desde el taller a la línea de una unidad, este desvío se cambiará a vía directa. El motivo es por seguridad en la operación y para evitar que material rodante del área del taller se escape y acceda a las vías principales sin control.
- En función de la tipología de la parcela donde se ubiquen las instalaciones y de su conectividad a la línea, se ha de analizar la posibilidad de acceder a las mismas por varios sitios, de forma que el acceso a las instalaciones de estacionamiento se puedan realizar por varios puntos. Las instalaciones de estacionamiento en este caso podrían diseñarse pasantes y no en forma de vías

mango. Esta tipología es la que mejor gestiona las entradas/salidas del estacionamiento a la línea.

3.2. Área de mantenimiento de trenes

El acceso ferroviario a esta área ha de realizarse de forma que no interfiera con el funcionamiento del resto de las instalaciones. Se recomienda separar los haces de vías del estacionamiento y del acceso a las vías del área de mantenimiento del material rodante.

En el haz de vías de acceso al área de mantenimiento, se han de prever vías mango de estacionamiento o reposicionamiento de unidades. Estas vías mango se diseñan para cuando se realizan maniobras por ejemplo del mantenimiento nivel 1 al estacionamiento. Para no entorpecer el funcionamiento del taller y tener demasiado tiempo ocupadas las vías del taller, un tren ya reparado se posiciona en dicha vía mango para cuando no haya tráfico moverlo hasta el estacionamiento.

Lo mismo sucede cuando se saca un tren del taller y se lleva a la vía de pruebas y si en ese momento la vía de pruebas está en utilización, el tren se saca del taller, se deposita en la vía mango hasta que la vía de pruebas esté disponible.

Lo mismo sucede con las vías de torno de foso, pintura, etc.

Se recomienda, en la medida de que la geometría de la parcela, la disposición de las vías, etc la inclusión de este tipo de vías para la gestión, optimización y máximo aprovechamiento de las vías del taller.

3.3. Área de estacionamiento de trenes

El acceso ferroviario al área de estacionamiento es normalmente el acceso más utilizado, en hora punta para la inserción de las unidades a la línea y en las transiciones de hora punta a hora valle para el estacionamiento temporal de las unidades que en ese preciso momento no han de prestar servicio. Por este motivo se recomienda que desde el acceso a la vía general, en el momento en el que se pueda se independice el haz de vías del estacionamiento del resto de los accesos al área de mantenimiento, vías específicas, vías del área de mantenimiento de las infraestructuras, etc.

En función del diseño de la vía de lavado de las unidades, hay dos posibilidades de implantación, dentro de la nave de estacionamiento o en el exterior de la nave de estacionamiento.

Si se opta por independizar las instalaciones de lavado del área de estacionamiento, y situar las instalaciones de lavado en el acceso al estacionamiento, se recomienda la independización de estas vías, posicionando los equipos de lavado en una vía by-pass en el acceso al estacionamiento.

En algunas configuraciones de talleres se opta por instalar estas instalaciones y a continuación las instalaciones de inspección rutinaria de las unidades, la denominada visita diaria o semanal. De esta forma se suprime una vía dentro del área de mantenimiento y se sitúa fuera de la nave.

3.4. Otras instalaciones.

Otras instalaciones a la hora de diseñar los haces de vía en una instalación de este tipo son vías específicas, como son las vías de lavado (mencionadas anteriormente), vías de retorno de ruedas, vías de pintura, vías de pruebas, vías de acceso al área de mantenimiento de la infraestructura, etc.

Para todas ellas, la premisa a la hora de su diseño es la de intentar independizar dichas vías del acceso principal. A continuación se mencionan itinerarios principales de cada una de estas vías y su correlación con los haces de estacionamiento o del área de mantenimiento.

- Vía de lavado. Va vinculada principalmente al área de estacionamiento de las unidades. Estas vías se utilizan principalmente en la retirada de servicio de las unidades, y antes de estacionarlas se las pasa por las instalaciones de lavado y a continuación se estacionan y se procede a la limpieza interior. Ha de ir asociada al haz de vías del estacionamiento y puede ser antes de entrar al estacionamiento o dentro del estacionamiento como una vía específica dentro de dicho área.
- Vía de retorno de ruedas: va vinculada a las vías de mantenimiento de nivel 2, no ha de interferir con el acceso al taller de mantenimiento ni al área de estacionamiento.
- Vía de pintura: va vinculada a las vías de mantenimiento de nivel 2. No ha de interferir con el funcionamiento del taller de mantenimiento.
- Vía de pruebas: vinculada al taller de mantenimiento, se ha de situar lo más accesible al mismo sin interferir con el acceso al mismo.
- Vías de acceso al área de mantenimiento de las infraestructuras: estas vías se han de independizar lo antes posible de los haces de vías de acceso al taller de mantenimiento y al estacionamiento, ya que en cualquier momento se puede producir una incidencia en la línea que requiera la salida de maquinaria de dicho área, por lo que su acceso a la vía general ha de ser lo más rápida posible. Esta área es independiente en su funcionamiento del resto de las instalaciones.

En el diseño de los haces de vías de acceso a las instalaciones, ha de primar la independencia de los mismos y una disposición tal que los movimientos de los trenes en maniobras de posicionamiento no entorpezcan el acceso de los trenes desde vía general al resto de las áreas. Esto es difícil en la práctica debido a la escasez de espacios y normalmente a superficies reducidas.

4. DIMENSIONAMIENTO GENERAL DE LOS TALLERES.

4.1. Criterios Básicos de Diseño

El dimensionamiento de un taller de mantenimiento es función principalmente de:

- El tamaño del parque a mantener.
- La configuración y longitud total de su unidad básica.
- Las características específicas del material rodante, es decir, si es eléctrico o diésel, si se trata de automotores o de locomotoras y sus prestaciones, fundamentalmente la velocidad máxima.
- Las actividades a realizar en el taller, es decir, si sólo realiza mantenimiento correspondiente al 1^{er} nivel o también las actividades de 2^o nivel y las secciones de trabajo de soporte que existirán en el mismo.

Todos los factores anteriores definirán la gama de mantenimientos a realizar, sus frecuencias y estadías (duración de los tiempos de inmovilización del material en el taller durante la realización de los mismos), así como los conjuntos sobre los cuales se realizará un mantenimiento específico. Como resultado de todo ello, se definirán las superficies necesarias y los equipamientos y maquinaria requeridos.

No existen normas o recomendaciones sobre las cuales fundamentar las propuestas de diseño, sino que éstas provienen en su mayor parte de la experiencia de quien las realiza, de quien las solicita o de la experiencia validada en sector, especialmente por los grandes especialistas como RENFE, Metro de Madrid o Metro de Barcelona, como fruto de su esfuerzo por realizar las actividades de mantenimiento en el menor tiempo y con el menor costo posible.

En muchas ocasiones la solución puede ser difícil de conseguir, especialmente cuando se parte de una superficie dada –habitualmente reducida- y de un Pliego de Condiciones en general muy ambicioso, resultando necesario un consenso entre las Partes con objeto de encontrar la mejor solución posible en términos de eficiencia, es decir, coste en relación a los resultados que se esperan obtener.

Estas dificultades suelen ser más fácilmente resolubles cuanto más simple sea el taller y entrañan mayor dificultad cuando se trata de proyectar un taller más complejo, como sucede cuando se diseñan talleres que integran el 1^{er} y 2^o nivel de mantenimiento, como en el objeto de esta guía de diseño.

No obstante, un taller de estas características ofrece numerosas oportunidades para optimizar la superficie necesaria y obtener una elevada eficiencia si se comprenden y aceptan ciertos criterios básicos que describiremos a continuación:

- Cuando un taller incorpora el mantenimiento de 1^{er} nivel, de 2^o nivel y las secciones de trabajo correspondientes existe un mayor beneficio si la Gestión del Mantenimiento se lleva a cabo de forma global o integral, es decir, como un todo y no como la suma de las partes. Ello permite, entre otros aspectos, los siguientes:
 - Aprovechar y utilizar los equipamientos existentes en el 1^{er} nivel (baja bogies, baja vías y polipastos) para realizar operaciones de desmontaje y montaje de conjuntos, aunque ello corresponda a operaciones derivadas del mantenimiento de 2^o nivel.
 - Efectuar una logística centralizada de manera que el Almacén de Material rodante no sólo sirva para la recepción y almacenamiento de los recambios sino también y de manera especial, para el almacenamiento de las piezas de parque y conjuntos importantes del material rodante que se distribuirán a las distintas áreas de trabajo de acuerdo con el diagrama de la siguiente figura.

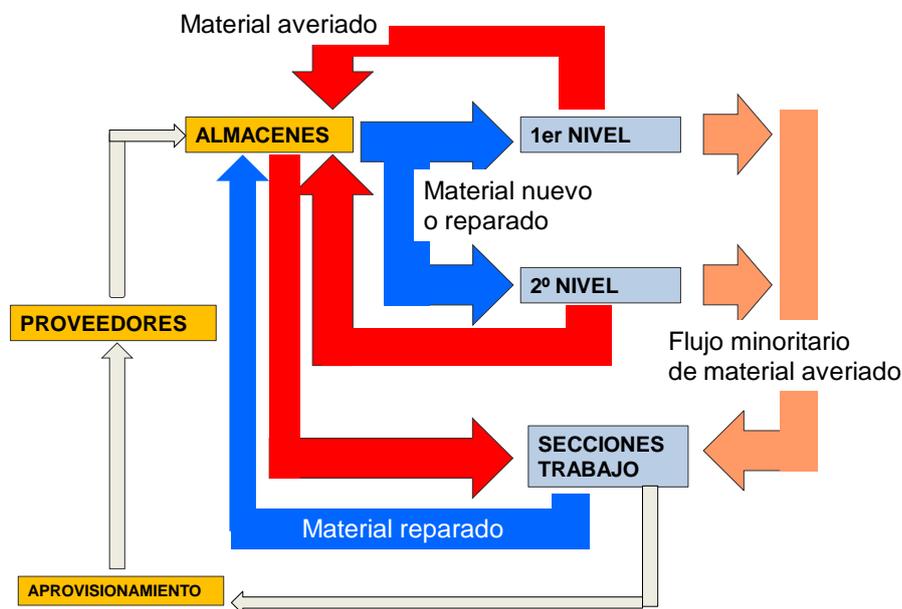


Figura 1: Modelo Logístico de piezas de parque y conjuntos de tren.

Es decir, se trata de concentrar en una sola dependencia la responsabilidad de la logística de los materiales tanto a nivel externo (compra, recepción y suministro) como a nivel interno, para el caso de las piezas de parque y otros conjuntos importantes del material rodante.

Los aspectos anteriores aportan las ventajas siguientes:

- Reducción de la maquinaria total necesaria, evitando al máximo las duplicidades en los distintos equipamientos.
- Reducción de la “obra en curso”, es decir, de piezas de parque, de conjuntos y otros recambios distribuidos por las diferentes secciones o áreas del taller.
- Todo lo anterior conlleva, finalmente, una menor necesidad de superficie total para el taller y con ello una mayor optimización de los recursos y de la inversión necesaria.

- Otros aspectos que pueden ayudar a reducir las estadías del material rodante durante el 2º nivel, mejorando así su nivel de disponibilidad para el servicio, son:
 - Independizar la revisión y/o reparación de los conjuntos de la estadía del tren en el taller, mediante la utilización apropiada de un adecuado almacenamiento de piezas de parque y de conjuntos que, como se indica en la figura 1 gestionará el Almacén de Material rodante.
 - Independizar, asimismo, la revisión y/o reparación de las piezas de parque de la revisión y/o reparación de los conjuntos que lo forman en cada una de las distintas secciones de reparación.
- Evitar desacoplar y acoplar las cajas de un mismo tren para la sustitución de sus bogies, ya que con ello se reduce el tiempo de intervención necesario.
- Evitar desacoplar y acoplar las cajas de un mismo tren para las actividades de 2º nivel, reduciendo esta operación a lo estrictamente imprescindible (caso de revisión o reparación de los muelles de los pasillos de intercomunicación, por ejemplo), ya que con ello se reducen los tiempos necesarios para su revisión y/o reparación. Ello exige equipos especiales para el levante o para el pintado de todo el tren completo, por ejemplo.
- Finalmente, conviene resaltar que las actividades mayores de 2º nivel, también llamadas Revisiones Generales, se realizan habitualmente paralizando totalmente la unidad de tren completa para la revisión sistemática (o la sustitución, si corresponde) de sus diferentes equipos, lo que entraña una estadía de larga duración.

Un criterio más innovador consiste en desmontar los conjuntos en el área de 1º nivel en función de su ciclo específico (para revisar en la sección correspondiente) y montarle a dicha unidad con carácter inmediato un equipo revisado con anterioridad.

Este criterio reduce el tiempo de inmovilización del tren a unos pocos días y presenta además la ventaja de que, al limitarse el cambio a sólo unos pocos equipos en cada revisión de 1º nivel, las pruebas en vía se reducen o no son necesarias, mejorando la eficiencia global de la gestión del mantenimiento.

Hasta ahora se han expuesto diferentes formas para mejorar la gestión del mantenimiento pero sin tratar la mejora del mantenimiento en sí mismo. En este sentido, las nuevas tendencias del mantenimiento considera importante incorporar en el nuevo material rodante, y por tanto en los talleres de mantenimiento, las **técnicas de mantenimiento basadas en la condición** de ciertos conjuntos del tren, cuyo empleo ha demostrado que permite reducir significativamente el coste global del mantenimiento.

Los equipos sobre los cuales pueden aplicarse estas técnicas de monitorización del estado o de la condición son fundamentalmente los bogies, motores y reductores y en este sentido, en las secciones de trabajo correspondientes se han de instalar los equipos de prueba necesarios en el caso de que el material rodante previsto para la línea no incorpore sensores en cada una de las unidades para su monitorización en tiempo real.

Finalmente, el Taller de Mantenimiento suele estar constituido por las áreas siguientes:

- **Área de mantenimiento preventivo y correctivo de 1^{er} nivel**, en el cual se realizarán las actividades de este nivel más el desmontaje – montaje de los equipos del tren –excepto bogies y elementos vinculados a las cajas- y las pruebas estáticas previstas en el mantenimiento de 2^o nivel. Se incluye en este espacio una zona destinada a pequeños recambios y utillajes y oficina de esta área.
- **Área de mantenimiento de 2^o nivel**, en el cual se realizarán los levantes necesarios para la sustitución de los bogies por programación y las acciones de mantenimiento programado previstas para las cajas –puertas, interiorismo, etc.-. También se repararán los daños que las unidades puedan sufrir por accidentes o vandalismo.
- **Secciones de trabajo para la revisión y reparación de los distintos equipos del tren.**
- **Almacén.**

Otras instalaciones a dimensionar y diseñar pertenecientes a esta área de mantenimiento son:

- El torno de foso para el retorneo de las ruedas de los trenes.
- La instalación de lavado y soplado de bajos de los trenes.
- La cabina de pintura, para el pintado de la superficie exterior de los trenes, etc

Segregado del taller de mantenimiento, se ha de ubicar el área de cocheras para el estacionamiento y la limpieza interior y exterior de los trenes.

A continuación, se indican los diferentes mantenimientos que se realiza en cada una de las áreas con indicación de los kilómetros de cada ciclo, las estadías previstas y los criterios de dimensionamiento de los puestos de trabajo más importantes.

4.2. Taller de Mantenimiento de 1^{er} Nivel

Para el cálculo de las vías necesarias se ha supuesto que el nuevo material tendrá el siguiente ciclo de revisiones:

GAMA	CICLO (días - km)	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DURACIÓN
IN1	10 d 12.500 km	Cambios de filtros, engrases, comprobación aire acondicionado y relleno arenosos.	2 h
IN2	30 d 25.000 km	Id IN1 más Inspección equipos de seguridad del tren.	4,0 h
RV1	3 meses 75.000 km	Id IN2 más limpieza técnica, engrases, comprobación niveles, tomas de medida, volcado datos y su análisis, verificación estado elementos y comprobación general de las distintas funciones.	8,0 h
RV2	1 año 150.000 km	Id RV1 más la comprobación de las prestaciones de freno en línea y funcionamiento de todos los equipos.	16,0 h

Tabla 1: conjunto de actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el 1er nivel]

Este es un esquema de revisiones estándar que se adapta muy bien al material moderno y resulta fácil de programar, ya que cada gama de nivel superior contiene las actividades de la gama de nivel inferior y su tiempo de ejecución es un múltiplo o submúltiplo del turno básico de 8 horas/día. Es, además, un esquema razonable puesto que dado el elevado recorrido de cada tren se producirá una revisión cada 10 días naturales; es decir, cada semana y media.

Se denomina factor multiplicador el número de veces que cada gama está contenida en el ciclo básico de 150.000 km.

Siendo la secuencia de ejecución la que se muestra a continuación:

GAMA	IN 1	IN2	IN1	IN2	IN 1	RV1	IN 1	IN 2	IN 1	IN 2	IN 1	RV 2
KM'S	12.500	25.000	37.500	50.000	62.500	75.000	87.500	100.000	112.500	125.000	137.500	150.000

Figura 2: Secuencia de ejecución de las intervenciones de Primer Nivel.

Se puede observar que en un ciclo completo de mantenimiento de primer nivel, los factores multiplicadores de cada intervención son:

- **IN1:** 6 Intervenciones
- **IN2:** 4 Intervenciones
- **RV1:** 1 Intervención
- **RV2:** 1 Intervención

Por otra parte, y para poder calcular la capacidad de esta área, se ha de considerar que existirá un equipo de trabajo activo para realizar las actividades de mantenimiento durante los días laborables,

determinándose como tales aquéllos que resultan de descontar del total de los 365 días del año, los días festivos, más los sábados y domingos de los 52 semanas del año. Las horas trabajadas por cada equipo será de 8 h. En este punto, es fundamental ajustarse a los convenios colectivos de cada país, región, etc para efectuar el cálculo.

A continuación se calcula para cada unidad de la flota el número de intervenciones que se ha de realizar y se multiplica por la duración estimada de cada intervención. En este momento se determinan las horas necesarias de mantenimiento de cada unidad del parque a lo largo del año.

Multiplicando las horas anuales de mantenimiento necesarias para cada unidad por el número de unidades se obtienen las horas necesarias de mantenimiento de la flota en las intervenciones de primer nivel.

En este momento, se divide las horas necesarias de mantenimiento de la flota, entre las horas efectivas de mantenimiento de cada vía de mantenimiento y se obtiene el **número de vías necesarias** para efectuar las labores de mantenimiento de primer nivel de la flota.

En caso de no disponer de espacio suficiente para estas vías, otra opción factible es **doblar turnos de trabajo**. Como máximo una vía de mantenimiento de este nivel tiene capacidad de 3 turnos de trabajo de 8 horas.

Al número de **vías necesarias** para realizar las operaciones de revisión deberán añadirse aquéllas otras vías necesarias para realizar las reparaciones de las **averías menores**. A falta de datos de MTBF y se considera que el número de vías para reparaciones menores será el 70% de las vías destinadas a las revisiones.

Por tanto, el número total de vías necesarias para el Mantenimiento de I nivel será de la suma de ambas cantidades.

4.2.1. Características

Las Ubicación de las vías de mantenimiento de 1^{er} Nivel se han de situar lo más próximas a las zonas destinadas a los talleres específicos y al almacén del taller, para minimizar los movimientos de los operarios y de la maquinaria auxiliar.

Se recomienda a la entrada del taller de una de las vías de mantenimiento de primer nivel la ubicación en el foso de la misma de un medidor de parámetros de rodadura.

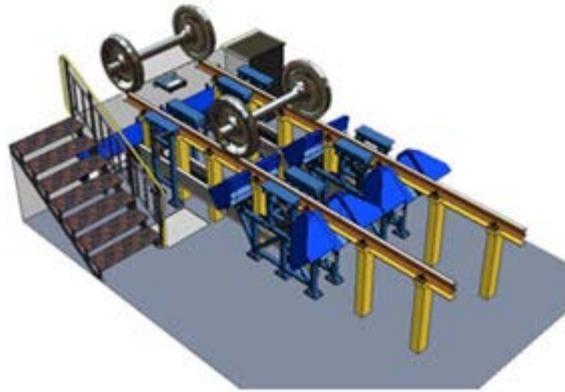


Figura 3: Medidor de parámetros de rodadura.

Las vías de Mantenimiento de 1^{er} Nivel están ubicadas en un foso con una longitud igual a la longitud del tren + longitud de rampas (10-12 m), anchura de unos 15 m en caso de ser fosos dobles y una profundidad de 1,2 m al cual se accede mediante rampa a cuyos lados hay sendas escaleras y que disponen de un tope de hormigón armado por seguridad. Las vías están montadas sobre pilares en los cuales se instalarán los puntos de luz en situación horizontal para iluminar los bajos del tren.



Figura 4: Imagen de un Foso Doble de mantenimiento de Primer Nivel..

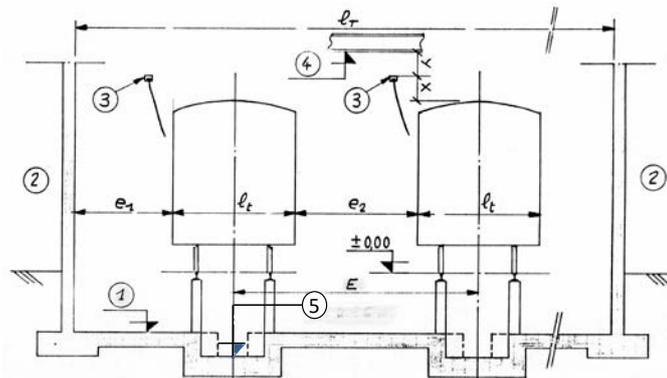
Las vías se ubicarán en un foso abierto y estarán soportadas mediante pilarillos, en los cuales se instalarán los tubos fluorescentes para la iluminación de los trabajos a realizar bajo el bastidor de los trenes, así como las tomas de electricidad y de aire comprimido.



Figura 5: Vía sobre pilarillos, plataforma de acceso al tren.

El foso del interior de la caja de cada vía estará a 1,20 m de profundidad en relación a la cota de la cabeza del carril, mientras que los fosos laterales entre vías estarán a 1,20 m de profundidad para facilitar el paso del personal entre ambas zonas.

El foso tendrá una amplitud de 15,00 m, de acuerdo con las consideraciones e hipótesis que se recogen en el esquema adjunto.



Elemento	Dimensión (m)
e_1	2,25
l_t	2,86
e_2	4,64
$E = e_2 + l_t$	7,50

Elemento	Dimensión (m)	
1	1,20	
5	1,20	
Elemento	Cálculo	Dimensión (m)
Ancho Foso	$I_T = 2 * e_1 + 2 * l_t + e_2$	14,86

El acceso al foso ha de realizar mediante escaleras metálicas situadas en las entrevías y a ambos lados.

Asimismo, para facilitar el acceso al foso de material pesado mediante carretillas, se pueden instalar elevadores de tijeras en las entrevías y junto a las escaleras de acceso o mediante una rampa de acceso. Se recomienda el acceso mediante rampa, ya que es un elemento que no necesita mantenimiento y en caso de avería del elevador, el acceso al foso estaría comprometido. Se instalan elevadores cuando el espacio del foso dentro de la nave de mantenimiento es limitado.



Figura 6: Elevador de Tijera.

En cada vía se instalará unas escalerillas móviles para acceso al piso del tren.

Para acceder al techo del tren, se pueden instalar plataformas permanentes a lo largo de todo el foso, y en el caso de ser una longitud excesiva, estas plataformas se pueden sustituir por cestillos desplazable en longitudinal y en altura para el acceso al techo del tren.



Figura 7: Cestillos de acceso al techo del tren. Plataformas elevadas de acceso al techo del tren.

Las vías del Área de Mantenimiento de 1^{er} Nivel suelen tener catenaria. En la entrada a cada vía, en la pared interior del taller, se instalará un seccionador de puesta a tierra para conectar o desconectar la tensión en la catenaria según sea requerido.

Esta instalación se complementará con una señalización lumínica, no sólo en el seccionador sino también en la proximidad de la catenaria y en la parte inferior de los fosos y en los pilarillos. El acceso al techo del tren sólo será posible si no hay tensión en la catenaria, por lo que su puerta ha de estar enclavada mecánica y eléctricamente con la presencia de tensión en la catenaria de la vía correspondiente.



Figura 8: Seccionador Eléctrico de Catenaria e indicador lumínico de tensión.



Figura 9: Indicadores lumínicos de tensión en foso.

En las citadas vías se incorporarán mono carriles o puentes grúa en sentido longitudinal para sustituir los equipos ubicados en el techo de los trenes, los cuales solo serán operativos cuando no haya tensión en la catenaria de la vía correspondiente.



Figura 10: Monocarriles con polipastos. Puente grúa.

Como complemento a los sistemas de seguridad anteriores se instalará en el techo y en cada vía una línea de vida para proporcionar al operario libertad de movimientos y una protección anti-caída constante.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros y las características principales del área de Mantenimiento de 1^{er} Nivel.

PARÁMETROS TÉCNICOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE 1 ^{ER} NIVEL		
Dimensiones foso	longitud (m)	Longitud del tren + 10 -12 m
	distancia entre vías (m)	7,5
	espacio lateral (m)	2,25
	profundidad (m)	1,2
	Distancia a las puertas del taller (m)	3,5
Rampas de acceso al foso	pendiente (%)	8 m, integrada en la longitud total del foso
	ancho rampa central (m)	7,5
	ancho rampas laterales (m)	2,0
Escaleras fijas		en los laterales de las rampas
Toperas		Si, al final de cada vía
Características de las vías	sobre pilares metálicos	Si
	distancia entre pilares (m)	1,5
	canaleta interior de saneamiento en el centro de la vía	ancho = 0,4 m profundidad = - 0,2 m
	acceso al centro de la vía	desde los laterales
Catenaria interior	tipo	catenaria rígida, escamoteable
	vano puerta de entrada (m)	de 5,15 a 5,30
	altura (m)	6,0
	transición (m)	10 m desde la puerta
	descentramiento (mm)	< 300 mm hacia el exterior
	señalización óptica de tensión de catenaria	Si
	ubicación de las señales ópticas	suspendidas del techo, también en foso
tensión (Vcc)	Nominal de la línea	

Tabla 2: Parámetros Técnicos del Área de Mantenimiento de 1^{er} Nivel.

En las siguientes tablas se resumen los equipamientos e instalaciones del área de Mantenimiento de 1^{er} Nivel.

EQUIPAMIENTOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE 1 ^{ER} NIVEL		
Plataforma de acceso al techo	tipo	de cestillo móvil o plataformas elevadas
	núm por lado y vía	2
	movimiento enclavado con la tensión en catenaria	Si
Plataforma de acceso a la testera	tipo	fija de escalera
	núm por vía	1
Plataforma de acceso al piso	tipo	móvil de escalera
	núm por lado y vía	2
Baja bogies	núm	1
	ubicación	vía mantenimiento Nivel I
	seguridad	si el baja bogies no está situado correctamente en la vía un sensor impedirá la apertura de la puerta de acceso correspondiente
Baja vías	número	2
	ubicación	vía mantenimiento
Polipasto	número	2
	ubicación	vías mantenimiento Nivel I
	posición	longitudinal
	capacidad (t)	2,5
	longitud (m)	3 + Longitud foso + 3,5
	altura en gancho (m)	>6,6
	recorrido libre bajo gancho (m)	>8,0
	seguridad	enclavado con la tensión de catenaria
Puente grúa	ubicación	Sobre las vías
	capacidad (t)	2,5
	longitud (m)	Longitud del foso + 3,5
	altura en gancho (m)	>6,6
	recorrido libre bajo gancho (m)	>8,0
	seguridad	enclavado con la tensión de catenaria
Líneas de vida	ubicación	encima techo tren vías
	posición	longitudinal
	descentramiento (mm)	<600 hacia el exterior
	número por vía	1, se consideran 4 carretones por línea

Tabla 3: Equipamientos del Área de Mantenimiento de 1er Nivel.

INSTALACIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE 1 ^{ER} NIVEL		
Tomas de luz	distancia (m)	cada 3 m, en lados alternos
	posición	debe dotarse de interruptor conmutador en los extremos del foso
	tensión (V)	24 cc
Tomas de fuerza	distancia (m)	según necesidades del tren
	posición	según necesidades del tren. Una por vía
	tensión (V)	16, 32 y 64 (de éste sólo 1 o 2 por vía)
Tomas de agua	distancia (m)	< 30
	posición	según necesidades del tren

INSTALACIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE 1 ^{ER} NIVEL		
Tomas de aire comprimido	distancia (m)	< 25
	posición	según necesidades del tren
	presión (bar)	9,0 ± 1,0
Iluminación del foso	tipo	fluorescente con luminaria protegida ante impactos y estanca
	posición	horizontal y en el alma interior del carril
Seccionamiento y protección	tipo	de apertura en carga
	accionamiento	telemandado
	ubicación	en vías de mantenimiento y a la entrada
	zona neutra	en función del proyecto de electrificación
	enclavamiento en presencia de tensión	con los polipastos, puente grúa, plataformas techo y catenaria escamoteable

Tabla 4: Instalaciones del Área de Mantenimiento de 1er Nivel.

4.3. Taller de Mantenimiento de 2º Nivel

4.3.1. Cálculo de las vías necesarias

Para el cálculo de las vías de mantenimiento de segundo nivel, hay que hacer una consideración inicial fundamental para el diseño. Esta consideración es en función del espacio disponible en la parcela y dentro del taller a proyectar.

Se puede optar por dos estrategias de dimensionamiento:

Vías que albergan la totalidad del tren. En este caso el tren completo se sitúa en las vías de este nivel y las acciones de mantenimiento se realizan sobre la totalidad del tren.

Vías cortas que albergan un único coche. En este caso, se han de diseñar tantos puestos de trabajo como cajas simultáneas hay que mantener. Con esta disposición es necesario disponer de una vía para el acople y desacople de los coches a nivel. Para el posicionamiento de las cajas desde la vía de acople y desacople es necesario proyectar un puente transbordador al inicio de la nave, de forma que cuando las cajas estén desacopladas, mediante el uso de carros de arrastre y el puente transbordador, se sitúan las cajas en las posiciones de mantenimiento.

En esta guía de diseño, se va a continuar la explicación de estas zonas de trabajo, bajo la hipótesis de que el mantenimiento de segundo nivel se realiza sin el acople y desacople de las cajas, y por tanto, las vías han de albergar la totalidad de la unidad a mantener. Esta es la tendencia actual en el mantenimiento de este tipo de unidades para minimizar las estadias de las mismas en los talleres. Se ejecutan ciclos especializados en la revisión general de equipos concretos, que no obliguen a levantes de las cajas, acoples, etc. Sino que se reducen al mínimo estas acciones.

Por ello y para el cálculo de las vías necesarias se ha supuesto que el material móvil tendrá el siguiente ciclo de revisiones independiente entre sí.

GAMA	CICLO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DURACIÓN
RG1	300.000 km	Revisión de elementos de seguridad, revisión de reductores mediante análisis predictivo, bogies, motores, etc.	4 d
RG2	600.000 km	Bogies, ruedas, reductores, motores, grupo moto compresor, sistema neumático del tren,	10 d
RG3	1.200.000 km	Cajas (pintura), interiorismo, puertas, pantógrafo, inductancia, enganches, pasillos intercomunicación, inversores, CVS, inductancias, reductores, excepto pruebas en vía que se realizan en área de 1 ^{er} nivel y en vía de pruebas	15 d

Tabla 5: Actividades de Mantenimiento Preventivo a realizar en el 2º Nivel

Al igual que en el dimensionamiento del taller de primer nivel, este es un esquema de revisiones estándar pero con un carácter conservador, ya que en la práctica se constata la posibilidad de incrementar los km entre revisiones.

Este programa se adapta muy bien al material moderno y es fácil de programar, ya que cada gama tiene un ciclo múltiplo de la gama básica RG1.

Para el cálculo de las vías necesarias el procedimiento es similar al taller de primer nivel. Se calcula inicialmente el número de intervenciones anuales a realizar en cada uno de los trenes de la flota, se multiplica por el número de unidades del parque a mantener y en función del número de turnos de trabajo de 8 horas que se quieran programar se obtiene el número de vías necesarias para realizar el mantenimiento. El número de días de trabajo son los obtenidos de restar al año natural los días festivos, vacaciones, sábados y domingos.

En las RG se considera conveniente ejecutar después de los cambios o reparaciones efectuados unas pruebas estáticas de la unidad completa para verificar que todos los equipos nuevos o reparados funcionan correctamente una vez instalados.

A ello, se ha de añadir las **vías necesarias para reparaciones debidas a accidentes y vandalismo**. Una buena aproximación es el 40% de las necesarias para las revisiones en esta área.

Al igual que se ha comentado al estudiar la capacidad del taller de 1^{er} nivel, la carga de trabajo se calcula sobre la base de un equipo trabajando en un turno de 8 h, por lo que si se produce un aumento de carga de trabajo, habrá que doblar turnos para realizar estas labores de mantenimiento.

4.3.2. Área de Plataformas de Elevación del Tren.

Las Plataformas de Elevación del tren completo se encuentran situadas en el Área de Mantenimiento de 2º Nivel. La longitud de esta vía ha de albergar un tren completo y se recomienda dejar un resguardo de unos 10-12 m adicionales.

Esta vía no ha de estar electrificada, por lo que la entrada y salida del tren deberá hacerse mediante un tractor bivial o un carro de arrastre.

La función de las Plataformas Elevadoras es permitir la sustitución de los bogies durante las RG sin tener que desacoplar los coches que lo forman, lo que se traducirá en una reducción de las estadias del tren durante las RG.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de las Plataformas Elevadoras.



Figura 11: Plataformas Elevadoras.

Además de los bogies en estas vías también se realizan las RG de los conjuntos del tren que así lo requieran, por ello, esta vía tendrá además los siguientes equipamientos:

- Un puente grúa de 25 t de capacidad y más de 7,5 m de altura bajo gancho, que dará servicio, a dos vías simultáneamente. El número final de puentes grúa es función del número de vías necesarias.
- La vía tendrá un foso sencillo a lo largo de toda su longitud.
- 1 plataforma por cada lado para acceso al techo del tren; será móvil de tipo cesta.
- 2 plataformas móviles de escalera para acceso al piso y a la testera del tren.
- un sistema de tracción tipo tractel, que permita el deslizamiento de los bogies.

El traslado de los bogies se realizará por debajo de los coches del tren mediante ayuda mecánica (polea de reenvío o tractel). Se trasladarán a la sección de reparación de bogies, para su sustitución por bogies ya revisados.

En la siguiente imagen se muestra el traslado de los bogies ya desmontados hacia el taller de reparación de bogies.



Figura 12: Sistema de transporte de bogies desmontados.

Se recomienda, que con el fin de conducir los bogies extraídos hasta el Almacén o la sección de reparación de bogies se han de dotar de vías embebidas en el suelo que conduzcan hacia estas áreas del taller. En caso de no disponerse estas vías, el traslado de los bogies se ha de realizar mediante carretillas o con el puente grúa.

Otro elemento a tener en cuenta en estas vías de conducción hacia la sección de reparación y el almacén, son las mesas girabogies que permiten cambiar la dirección del movimiento sin necesidad de utilizar elevadores.



Figura 13: Mesa Girabogies.

Al objeto de reducir el transporte de los equipos desmontados del tren mediante carretillas, se recomienda la instalación de puentes grúa transversales a los que barren las vías de mantenimiento.

4.3.3. Vía de Mantenimiento a Nivel

Las vías de Mantenimiento a Nivel han de tener una longitud suficiente para albergar un tren completo y se recomienda dejar un resguardo de 10-12m.

Estas vías no han de estar electrificadas.

Esta vía está destinada para las operaciones de reparación derivadas de accidentes o daños por vandalismo. Dado que estas operaciones pueden requerir desacoplar algunas de las cajas del tren esta vía tendrá los equipamientos que se indican en la siguiente tabla:

EQUIPAMIENTOS DE LA VÍA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE 2º NIVEL		
Foso	Ubicación	A la entrada, inmediatamente después del pasillo de 3,5 m delante de las puertas del taller
	características	foso triple
	longitud (m)	20
	ancho (m)	5,5
	Escalera acceso	1 a cada lado de la vía
Catenaria		No
Línea de vida en techo		No
Gatos elevadores móviles	uso de elevación	para 1 tren completo
	núm de gatos	4 por coche
	capacidad (t)	12
Plataforma de acceso al techo	tipo	de cestillo móvil
	núm por lado	1
Plataforma de acceso a la testera	tipo	fija de escalera
	núm por vía	1
Plataforma de acceso al piso	tipo	móvil de escalera
	núm por lado	2
	posición	longitudinal
	descentramiento (mm)	<600 hacia el exterior
	número por vía	1, se consideran 4 carretones por línea

Tabla 6: Equipamientos de vía del Área de Mantenimiento de 2º Nivel

4.4. Talleres Específicos.

Dentro de la nave de mantenimiento, además de las vías específicas para el mantenimiento de primer y segundo nivel, se han de dimensionar y dotar de equipamiento a unas instalaciones específicas para la reparación, revisión y supervisión de los elementos vitales del tren.

A continuación se enumeran los talleres específicos mínimos e indispensables a proyectar en la nave de mantenimiento:

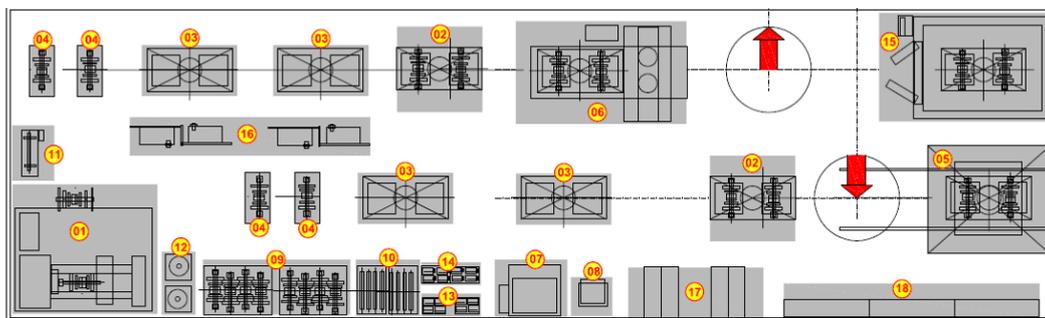
- Sección de Mantenimiento de Bogies
- Sección de Motores
- Sección de Mecánica, Neumática
- Sección de Potencia y Auxiliares
- Sección de Máquinas y Herramientas
- Sala de Pruebas
- Sala de Baterías
- Laboratorio Electrónico
- Sección de Poliéster
- Sección de Tapicería e Interiorismo.
- Taller de Pintura

A continuación se muestra a modo esquemático para cada una de las secciones, la función que ha de realizar, un croquis de distribución y el equipamiento necesario dentro de cada sección.

4.4.1. Sección de Mantenimiento de bogies y Flujograma de Mantenimiento de bogies:

Esta sección de trabajo es probablemente la sección más importante del mantenimiento de los trenes. Por este motivo, sobre un ejemplo práctico se explica el proceso de mantenimiento de los bogies en un taller.

Esta sección ha de estar conectada con las vías donde se puedan bajar bogies y del Área de Mantenimiento de 2º Nivel y también es recomendable que esté conectado con el almacén mediante unas vías transversales, las cuales disponen de mesas gira bogies para el cambio de dirección en el traslado de los mismos sin necesidad de utilizar medios de elevación.



Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Prensa de calado - decalado
02	Columnas elevadoras
03	Soporte bastidores
04	Bancos para ejes
05	Cabina lavado bogies
06	Prensa tarado suspensiones
07	Lavadora automática
08	Lavadora manual
09	Soporte ejes completos
10	Soportes ejes
11	Mesa verificación ejes
12	Contenedores ruedas
13	Contenedores reductores
14	Contenedores motores
15	Cabina pruebas bogies
16	Bancos de trabajo
17	Estanterías
18	Armarios

Tabla 7: Maquinaria de la Sección de Mantenimiento de Bogies.

El flujograma para el mantenimiento de los bogies se muestra en el diagrama siguiente, el cual sigue la filosofía de funcionamiento descrita en el apartado 4.1 es decir, en la sección se desmontan los conjuntos y aquéllos que deben ser revisados son enviados al Almacén de donde se recogen los conjuntos correspondientes ya revisados en un ciclo anterior y por tanto, aptos para ser montados. Sólo son aprovechados, por tanto, aquellos conjuntos que por ciclo no deben ser revisados o aquellos que después de una inspección no muestran la necesidad de la revisión correspondiente. Las ventajas principales de esta forma de proceder es doble:

- Por un lado, simplifica el proceso de mantenimiento de un conjunto tan complicado como es un bogie ferroviario.
- Y por otro, reduce el tiempo de estadía del bogie en la sección al evitar los tiempos muertos asociados a toda operación seriada cuyas constantes de tiempo no son las mismas.

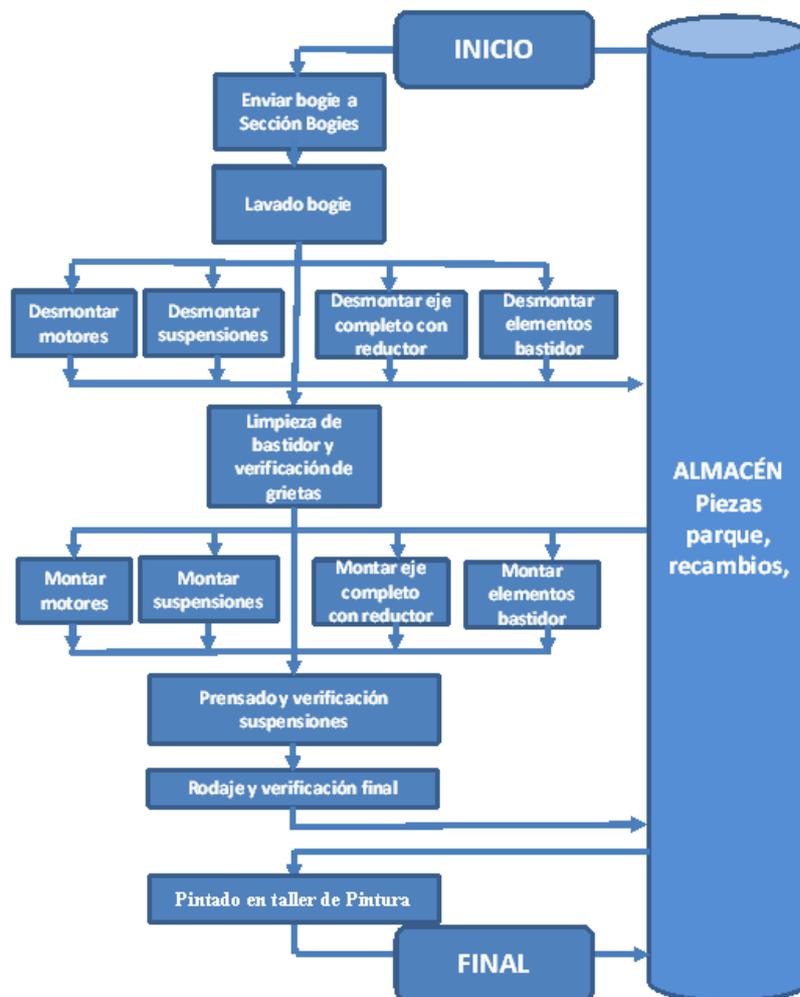
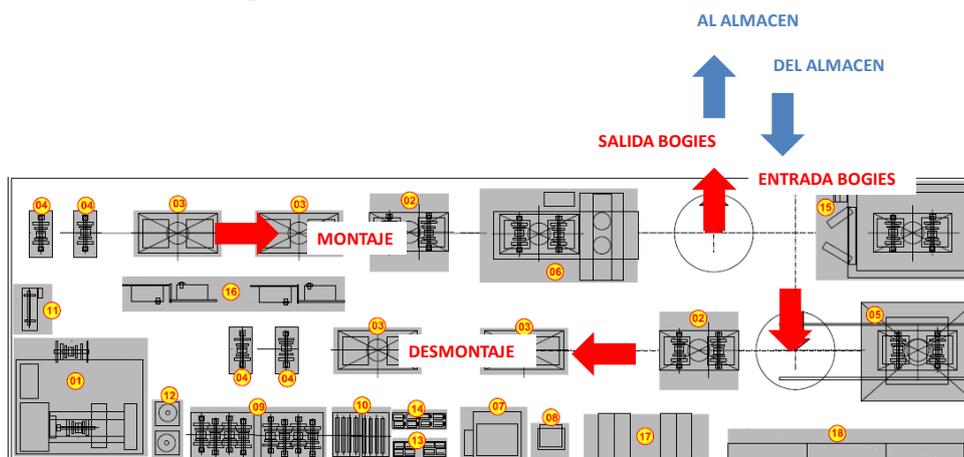


Figura 14: Flujograma de Mantenimiento de Bogies.

La disposición propuesta de los equipamientos en la planta sigue los criterios siguientes:

- Existe un flujo de entrada que se produce desde la llegada del bogie procedente del almacén por la vía más oriental hasta la vía inferior del área de mantenimiento de bogies.
- En dicha vía inferior se realizarán las fases de desmontaje de los elementos del bogie después de su lavado en la posición 05.
- En la vía superior se realizarán las fases de montaje del bogie que finalizará después de haber realizado satisfactoriamente las pruebas correspondientes a las posiciones 06 y 15.
- Desde aquí el bogie se envía al almacén para su almacenamiento a la espera de ser utilizado por el material rodante correspondiente.



Otros aspectos a destacar de esta tipología de disposición son:

- El bogie completo está en las proximidades de la entrada – salida situada a la derecha del lay-out de la sección.
- En la zona central se han situado las actividades correspondientes a los bastidores y a sus elementos asociados.
- En la zona más alejada a la entrada–salida, es decir a la izquierda del lay-out, se realizarán las actividades correspondientes a los ejes y a sus elementos asociados.

La ventaja principal que presenta esta distribución es la de diversificar el proceso de desmontaje – montaje por áreas especializadas en lugar de realizar la operación en un mismo puesto de trabajo, lo que le da una gran versatilidad. En zonas próximas, se situarán los conjuntos que deberán trasladarse al Almacén para su revisión posterior o bien, se han situado los conjuntos ya revisados procedentes del Almacén.

Una simple identificación de la zona será suficiente para saber si el material está pendiente de enviar en un sentido u otro, es básico y muy eficaz.

Del acuerdo con el diagrama de flujo anterior, la operación de mantenimiento del bogie empieza con su limpieza mediante máquinas automáticas de lavado:



Figura 15: Máquina de lavado de Bogies.

Una vez lavado, el bogie se instala en un elevador de columnas para el desmontaje de los motores y de las suspensiones primarias, lo que permitirá separar el bastidor de un lado y los ejes completos del otro que son llevados a los bancos de soporte adecuados.



Figura 16: Elevadores de columna.

Del bastidor se desmontan aquellos elementos que lo requieran como: suspensiones secundarias, pinzas de freno, cilindros y bloques de freno, amortiguadores, etc., que serán lavados en las máquinas adecuadas y trasladados a los bancos para su inspección y en el caso de que sea necesaria su revisión por la sección especializada serán trasladados al Almacén. El bastidor desnudo será examinado ocularmente para confirmar la inexistencia de anomalías en el mismo.

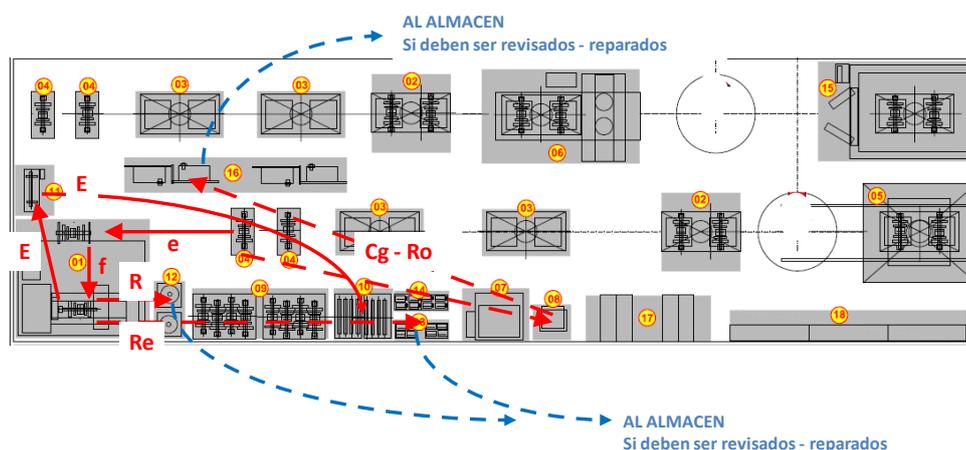
Del eje completo se desmontarán las cajas de grasa y los rodamientos que serán llevados a su lavado y después a los bancos para su examen y posteriormente, el eje será llevado a la prensa para decalar las ruedas y los reductores, si fuera necesario.



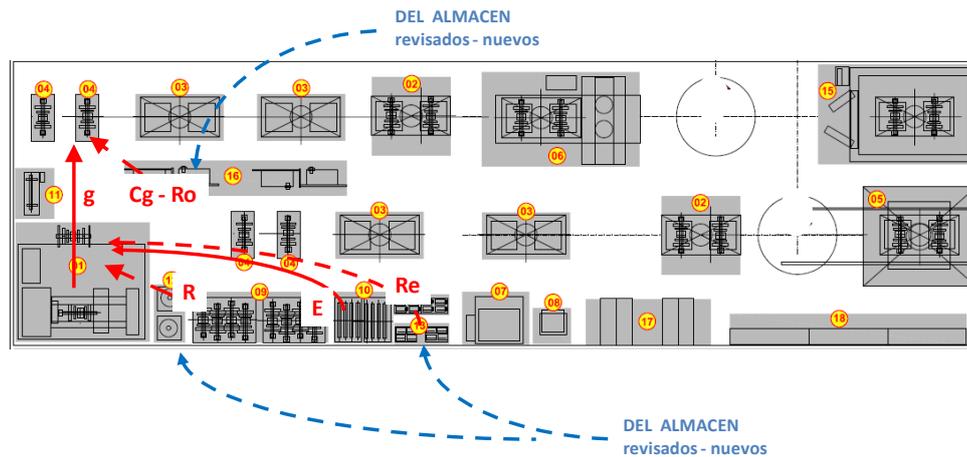
Figura 17: Prensa de calado – decalado ruedas

Aunque el eje suelto queda limpio después del lavado del bogie y sólo es necesario limpiar manualmente algunos restos de aceite o grasa con tejidos de fibra absorbente como operación previa a la inspección en el banco de tipo geométrico y dimensional (para confirmar que no hay deformaciones) y por ultrasonidos (para confirmar que no existen grietas internas por efecto de la fatiga).

Todos estos movimientos se recogen en la figura siguiente.



El proceso posterior de montaje del eje se realiza en los soportes existentes en la parte superior del área de mantenimiento de bogies aprovechando material revisado o nuevo (según proceda) procedente del almacén; fundamentalmente: ruedas con sus discos de freno (R), reductores (Re), rodamientos (Ro) y cajas de grasa (Cg) según se muestra en el esquema siguiente.



Durante todo este tiempo, el bastidor del bogie una vez examinado habrá sido trasladado igualmente a la parte superior del área de mantenimiento de bogies y allí, todos los elementos que previamente habían sido desmontados, serán montados nuevamente si están en correcto estado o bien se montarán los elementos suministrados desde el almacén que hayan sido revisados con anterioridad.

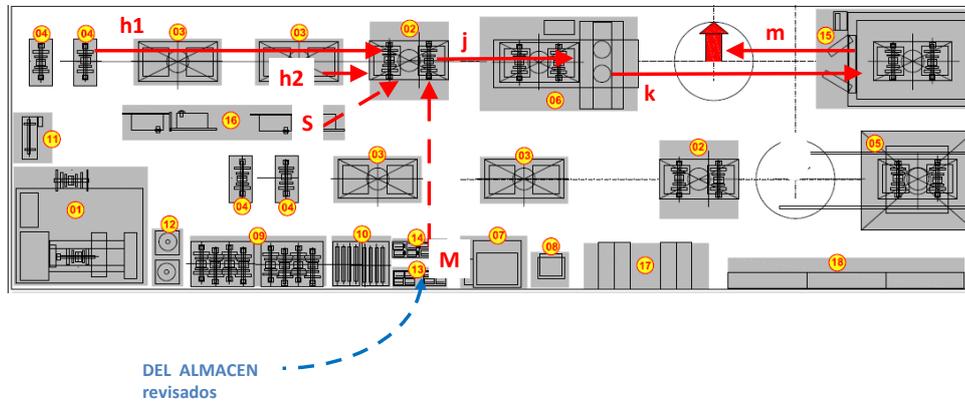
El bastidor ya montado se traslada al soporte de columnas elevadoras en el cual se le montarán los ejes completos, la suspensión primaria y los motores adecuadamente revisados.

Una vez el bogie ha sido montado completamente, se trasladará a la prensa de pruebas para verificar las suspensiones y de allí al banco de pruebas general para comprobar el rodaje, las vibraciones, el funcionamiento de los frenos, etc.



Figura 18: Prensa de Pruebas de Bogies.

El esquema de la figura siguiente muestra los pasos anteriormente descritos y con ellos finaliza todo el proceso de mantenimiento previsto para los bogies.

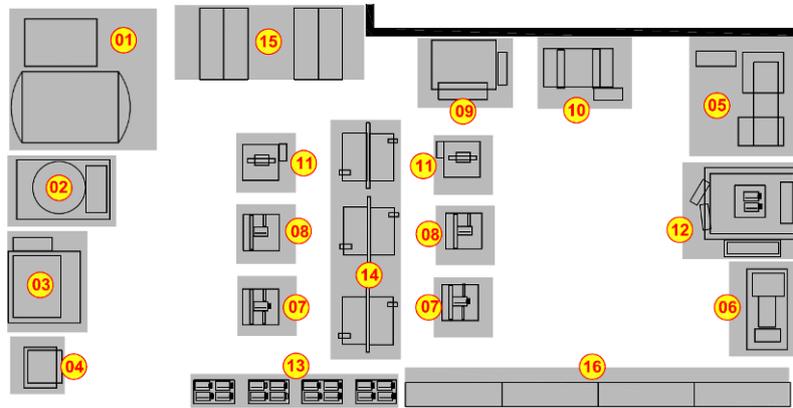


Por la importancia en la gestión del mantenimiento de los bogies se ha descrito el proceso de mantenimiento que hace que las estadias del material rodante debido a la revisión, reparación y sustitución de estos elementos se haya minimizado considerablemente con respecto a procedimientos de mantenimiento usuales.

Destacar que para que este procedimiento de mantenimiento funcione correctamente, se ha de dotar al almacén con un stock de piezas y recambios mayor que en procedimientos tradicionales, y por tanto encareciendo la inversión inicial a realizar en el material rodante.

4.4.2. Sección de Motores

Su función es revisar y reparar todos los motores del tren, es decir, motores de tracción, de los compresores, de la ventilación y/o aire acondicionado, etc.



Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	horno de secado
02	Cuba de impregnación
03	Lavadora automática
04	Lavadora manual
05	Equilibradora dinámica
06	Bobinadora
07	Mesa de montaje
08	Mesa de reparación de carcasas
09	Horno eléctrico
10	Horno de inducción
11	Mesa de verificación de ejes
12	Cabina de pruebas
13	Contenedores de motores
14	Bancos de trabajo
15	Estanterías
16	Armarios

Tabla 8: Maquinaria de la Sección de Motores

4.4.3. Sección de Mecánica, Neumática

Su función es revisar y reparar:

- Los reductores, suspensiones y bloques de freno,
- El sistema de generación y tratamiento del aire comprimido: compresores, torres de secado, radiadores y valvulería neumática,
- Los equipos de aire acondicionado del tren.



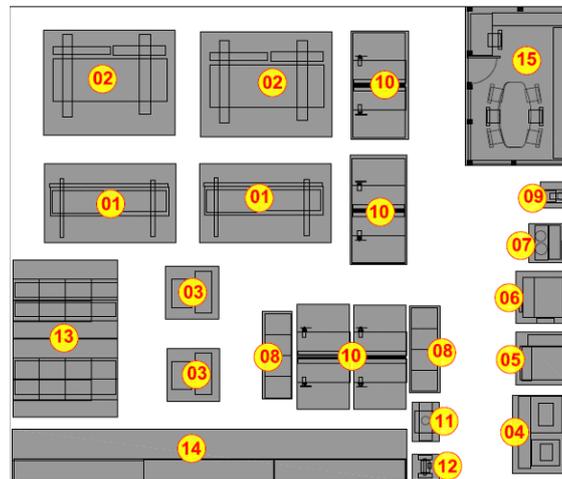
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Mesa de montaje de reductores
02	Mesa de montaje de pantógrafos
03	Banco para enganches
04	Mesa montaje mecanismos de puertas
05	Mesa montaje compresores
06	Mesa montaje compresores de AA
07	Mesa reparación cilindros neumáticos
08	Mesa reparación cilindros eléctricos
09	Banco montaje bloques de freno
10	Banco montaje valvulería neumática
11	Mesa montaje equipos AA
12	Soporte de trabajo para radiadores
13	Equipo recuperación gas freón
14	Taladro columna Ø 30
15	Taladro columna Ø 13
16	Prensa hidráulica de puente de 80 t
17	Prensa hidráulica de puente de 20 t
18	Torno paralelo manual 600 mm ep
19	Amoladora de columna 0,5 CV
20	Bancos de trabajo
21	Contenedores reductores
22	Contenedores componentes en proceso
23	Estanterías
24	Armarios
25	Oficina Grupo Mecánica
26	Banco de mantenimiento amortiguadores

Tabla 9: Maquinaria de la Sección de Mecánica y Neumática.

4.4.4. Sección Potencia y Auxiliares

Su función es revisar y reparar los onduladores de tracción y de los convertidores destinados a los sistemas auxiliares.



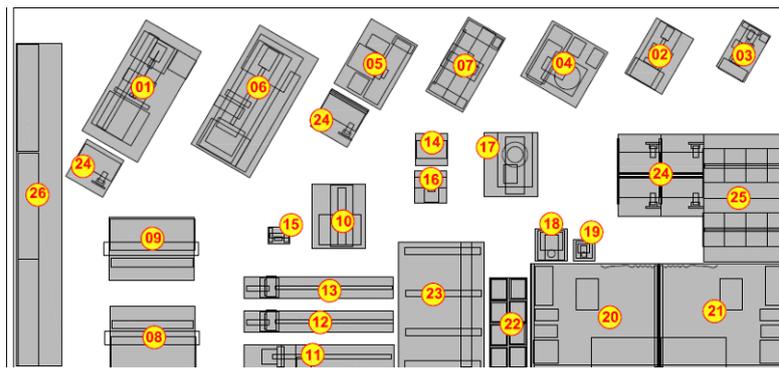
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Mesa para convertidores
02	Mesa para onduladores
03	Mesa para armarios eléctricos
04	Máquina de limpieza por ultrasonidos
05	Máquina de lavado con detergentes
06	Estufa de secado
07	Máquina de limpieza por chorro abrasivo
08	Contenedores de componentes en proceso
09	Taladro columna Ø 13
10	Bancos de trabajo
11	Prensa hidráulica de puente de 10 t
12	Amoladora de columna de 0,5 CV
13	Estanterías
14	Armarios
15	Oficina Grupo Eléctrico

Tabla 10: Maquinaria de la Sección de Potencia y Auxiliares.

4.4.5. Sección de Máquinas-Herramientas

Su función es asegurar la puesta a nivel de piezas procedentes de las diferentes secciones, aunque para las operaciones más frecuentes, en tales secciones se recomienda ubicar maquinaria específica. Esporádicamente, podrá realizar para el taller piezas diversas de difícil ejecución o cuyo coste de fabricación sería muy elevado en el mercado.



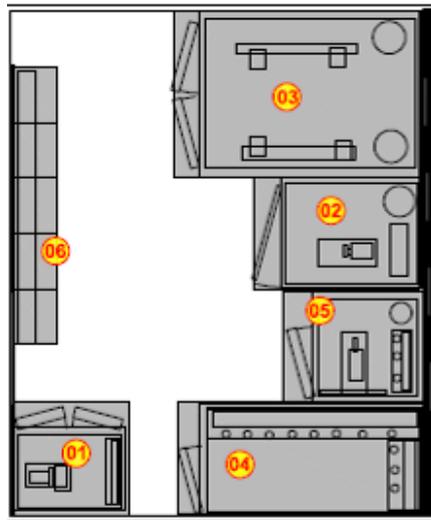
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Torno paralelo cnc 3.000 MM EP	14	Mesa calderero
02	Torno paralelo CNC 1.500 mm ep	15	Amoladora de columna
03	Torno paralelo manual 1.000 mm ep	16	Afiladora universal
04	Torno vertical CNC Ø plato 1.200	17	Taladro radial Ø 40
05	Fresadora universal CNC mesa 1.500x400	18	Taladro de columna Ø30
06	Rectificadora cilíndrica 3.000 ep	19	Taladro de columna Ø 15
07	Rectificadora tangencial mesa 1.400x400	20	Cabina soldadura eléctrica TIG, MIG
08	Cizalla hidráulica chapa 2.500x4	21	Cabina soldadura oxiacetilénica y plasma
09	Plegadora hidráulica 2.500x4	22	Contenedores de componentes en proceso
10	Cizalla múltiple	23	Estantería para perfiles y chapas
11	Sierra cinta metales 300 mm	24	Bancos de trabajo
12	Tronzadora perfiles acero 150 mm	25	Estanterías
13	Tronzadora perfiles aluminio 150 mm	26	Armarios

Tabla 11: Maquinaria de la Sección de Máquina-Herramienta.

4.4.6. Sala de Pruebas

Su función es realizar las pruebas de los reductores, moto compresores y equipos de aire acondicionado.



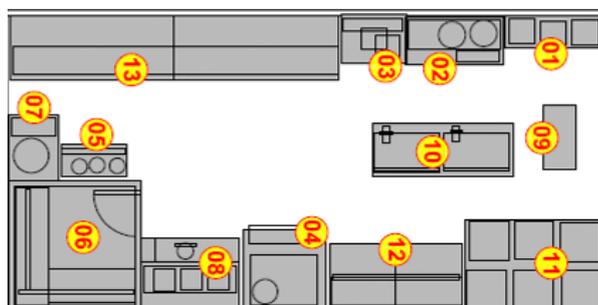
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Banco pruebas reductores
02	Banco pruebas compresores
03	Cabina pruebas AA
04	Bancos pruebas componentes neumáticos
05	Cabina pruebas estanqueidad
06	Armarios de control y registro

Tabla 12: Maquinaria de la Sala de Pruebas.

4.4.7. Sala de Baterías

Su función es revisar, reparar y almacenar, en las debidas condiciones, las baterías de los trenes. En ella se realiza también el almacenamiento de las mismas en las debidas condiciones ambientales.



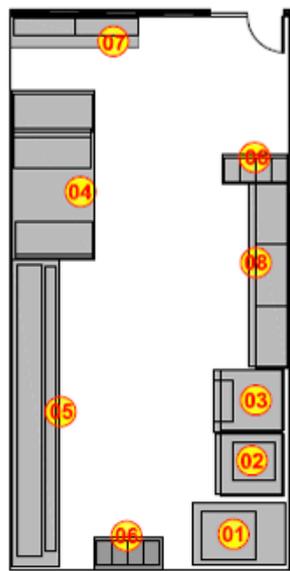
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Cuba de vaciado
02	Tratamiento de residuos
03	Lavadero de vasos
04	Estufa de secado
05	Dispensadora de electrolito
06	Cabina de carga
07	Equipo de extracción de vapores
08	Armario de potencia y control de carga
09	Mesa de desmontaje
10	Bancos de trabajo
11	Contenedores de baterías
12	Estanterías
13	Armarios

Tabla 13: Maquinaria de la Sala de Baterías.

4.4.8. Laboratorio Electrónico.

Su función es la de comprobar el buen funcionamiento de las tarjetas electrónicas de los diferentes sistemas del tren como el sistema de control, el sistema de megafonía, de información al viajero. También podrá reparar los módulos de potencia mediante la sustitución de los componentes electrónicos defectuosos.



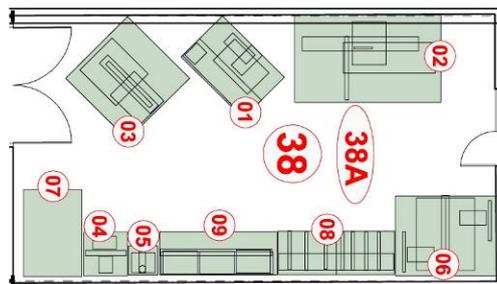
Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Máquina lavado por ultrasonidos
02	Máquina lavado con detergente
03	Horno de secado
04	Bancos de trabajo
05	Conjunto equipos de pruebas de tarjetas
06	Contenedores de componentes en proceso
07	Estanterías
08	Armarios

Tabla 14: Maquinaria del Laboratorio Electrónico.

4.4.9. Sección de Poliéster y Carpintería:

Su función es el trabajo de los paneles de poliéster u otros materiales que utilicen los trenes.



Equipamiento necesario:

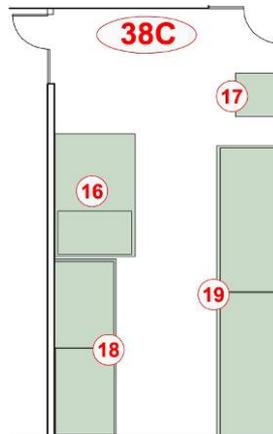
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
01	Máquina combinada de carpintería
02	Sierra de disco para tablero
03	Sierra de cinta para madera
04	Lijadora de disco Ø 600
05	Taladro de columna Ø 20
06	Bancos de trabajo
07	Aspiración de polvo y virutas centralizado
08	Estanterías
09	Armarios

Tabla 15: Maquinaria de la Sección de Poliéster y Carpintería.

Además debe tener una ventilación forzada con entrada de aire filtrado.

4.4.10. Sección de Tapicería e Interiorismo:

Su función es reparar y restaurar las piezas interiores del tren especialmente asientos, stores y paneles interiores.



Equipamiento necesario:

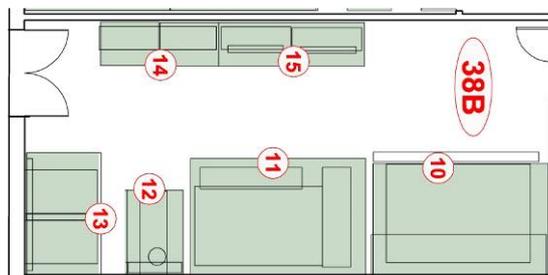
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
16	Mesas de trabajo
17	Grapados, cosedora, encoladora
18	Estanterías
19	Armarios

Tabla 16: Maquinaria de la Sección de Tapicería e Interiorismo.

Además debe tener una ventilación forzada con entrada de aire filtrado.

4.4.11. Taller de Pintura.

Su función es disponer de equipos adecuados para el pintado de piezas pequeñas e incluso de piezas del carenado del tren.



Equipamiento necesario:

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
10	Cabina de pintura
11	Cabina de secado
12	Mesa de preparación
13	Mesas de trabajo
14	Estanterías
15	Armarios

Tabla 17: Maquinaria del Taller de Pintura.

4.5. Revisiones y Reparaciones de Piezas del Parque

Para poder calcular la capacidad de esta área, se considera que existirán agentes especializados para realizar las actividades de mantenimiento de cada una de las diferentes piezas de parque durante todos los días laborables, determinándose como tales aquellos que resultan de descontar del total de los 365 días del año, los días festivos más los 104 días de descanso semanal (sábados y domingos) y los días de vacaciones que por convenio rijan en el lugar de trabajo.

Cada equipo de trabajo realizará 8 h o las que el convenio estipule, y con este dato se ha de realizar el dimensionamiento del número de turnos de trabajo, así como el número de equipos de mantenimiento en cada una de las áreas de los talleres específicos.

Las secciones de taller en las cuales se realizarán las revisiones y reparaciones de las piezas de parque se han descrito detalladamente en el apartado anterior. En este apartado sólo se calcularán las producciones de las secciones más importantes. Los datos de los ciclos de revisión de los elementos es meramente orientativo para un material metro estándar, los datos a utilizar han de ser siempre los suministrados por el fabricante del material rodante.

Las actividades que se analizarán con detalle serán: bogies, motores y reductores.

4.5.1. Producción de Bogies

Los parámetros que se han de utilizar para calcular la producción de bogies son los siguientes:

- Recorrido del parque (km/año).
- Número trenes del parque.
- Número de bogies por tren.
- Ciclo de revisión (km): 600.000 – 725.000 km
- Porcentaje de incidencias: 2 – 4 %
- Jornadas de 8 h para la revisión – reparación de un bogie: 10 – 15 jornadas

A partir de los datos anteriores se puede calcular la producción de bogies/año prevista, así como el número de puestos de trabajo necesarios en la Sección de Bogies.

El proceso de cálculo es el siguiente:

- La producción anual de un equipo de trabajo es el resultado de dividir los días laborables entre las jornadas de trabajo necesarias para la reparación de un bogie.
- El número de intervenciones a realizar anualmente es el resultado de dividir la kilometración total de la flota entre el ciclo de revisión.
- La producción necesaria de bogies en el área de revisión anualmente es el resultado de multiplicar el número de intervenciones anuales por el número de bogies de cada tren.
- Comparando la producción anual la producción necesaria, se determina el número de puestos de trabajo necesarios.
- Si la producción anual es superior a la producción necesaria, basta con una sección de trabajo que trabaja 8h diariamente.
- Si la producción anual es inferior a la producción necesaria, se puede optar por doblar turnos al día o disponer dos secciones completas de revisión de bogies trabajando un único turno.

4.5.2. Producción de Motores

Los parámetros que se han de utilizar para calcular la producción de motores son los siguientes:

- Recorrido del parque (km/año).
- Número trenes del parque.
- Número de motores por tren.
- Ciclo de revisión (km): 600.000 – 725.000 km
- Porcentaje de incidencias: 5 – 7 %
- Jornadas de 8 h para la revisión – reparación de un motor: 8

El proceso de cálculo del número de posiciones de trabajo del área de producción de motores es similar al empleado en el apartado anterior.

4.5.3. Producción de Reductores

Los parámetros que se han de utilizar para calcular la producción de reductores son los siguientes:

- Recorrido del parque (km/año)

- Número trenes del parque
- Número de motores por tren
- Ciclo de revisión (km): 600.000 – 720.000
- Porcentaje de incidencias: 5 – 7 %
- Jornadas de 8 h para la revisión – reparación de un reductor: 5

El proceso de cálculo del número de posiciones de trabajo del área de producción de reductores es similar al empleado en el apartado de revisión de bogies.

4.5.4. Cálculo del stock de las piezas de parque necesarias

Si los **bogies** son revisados cuando la unidad entra en la zona de levante y los mismos bogies, una vez revisados, son los que se montarán en dicha unidad, entonces no se necesita stock de bogies para revisión y sí, en cambio, para averías.

Del material rodante hay que diferenciar las características de los bogies, bogie motor (BM) o bogie remolque (BR). En función del número de bogies de cada tipo que tiene cada unidad de tren, para este tipo de mantenimiento, se recomienda un stock de bogies del 50% de cada uno de los tipos. Es decir, si una unidad de tren tiene 8 BM y 4 BR, el stock recomendado es de 4 BM y 2 BR.

La solución anterior tiene el inconveniente de inmovilizar durante mucho tiempo la unidad. Si se desea reducir el tiempo de inmovilización del tren para aumentar su disponibilidad, como se ha explicado en apartados anteriores, es mejor sustituir los bogies del tren cuando se dispongan de otros bogies ya revisados. En estas condiciones, el stock necesario será el correspondiente a 1 unidad de tren, a la cual deberían añadirse los bogies de reserva ante averías indicados anteriormente. En el ejemplo expuesto, el stock necesario sería de 12 BM y 6 BR.

Existe todavía otra posibilidad que optimiza aún más el stock de piezas de parque y que consiste en cambiar sólo 2 bogies de un mismo tren en cada levante. En este caso, el tiempo de inmovilización de la unidad es igual al caso anterior pero el número de bogies necesarios cambia, pasando a 6 BM y 4 BR.

La estrategia de compra de bogies de reserva es fundamental determinarla en el inicio del diseño del taller y principalmente para el dimensionamiento del almacén de las instalaciones.

Dado que el bogie es un elemento específico del tren y que se fabrica al mismo tiempo que dicho tren, es necesario aprovisionarse para poder solventar una contingencia derivada de un

accidente. En estas situaciones, las partes dañadas suelen ser los bastidores y los ejes cuya recuperación es difícil y no siempre recomendable. Es por ello, que a las piezas de parque anteriores se deberán añadir: bastidores de bogie remolque completo y bastidores de bogie motor completo en el caso de que ambos bogies sean dimensionalmente diferentes, y también ejes motores y ejes remolques. Normalmente, el stock de cada elemento es de 2 unidades para una flota de tamaño medio (10-15 unidades de tren de 6 coches).

El mismo razonamiento permite **calcular el número de motores necesarios** como piezas de parque, ya que además de los motores instalados en los bogies anteriormente se deberá disponer de motores sueltos para sustituir a los que debieran darse de baja por daño. A falta de datos concretos de los MTBF y MTTR de los motores, y considerando su elevada criticidad, se recomienda un stock adicional de motores para equipar 2 o 3 bogies.

El mismo razonamiento permite **calcular el número de reductores necesarios** como piezas de parque, ya que además de los reductores instalados en los bogies en stock, se deberá disponer reductores sueltos para sustituir a los que debieran darse de baja por daño. A falta de datos concretos de los MTBF y MTTR de los reductores, se puede estimar en 4 o 6 los reductores sueltos necesarios, equivalentes a 2 o 3 bogies.

4.5.5. Consumo de Ruedas

Las ruedas son sin duda una de las piezas más importantes por su elevado precio y por su volumen, lo que exige analizar sus posibilidades de almacenamiento. Al mismo tiempo, la complejidad de su fabricación determina la imposibilidad de poder hacer compras de ruedas de pequeña cuantía, pues no sólo el precio sería más elevado sino que sería de escaso interés para el propio fabricante.

En la práctica, se suele imponer el criterio de realizar compras estratégicas por varios años (de uno a dos, si el director financiero lo permite) y acordar con el fabricante el ritmo de suministro (semestral, anual) a fin de limitar las necesidades propias de espacio en los almacenes.

Para estimar el consumo anual de ruedas se han de tener en cuenta los siguientes datos para efectuar su cálculo.

- Recorrido del parque (km/año).
- Número trenes del parque
- Número de ruedas por tren
- Vida útil estimada (km): 800.000 – 900.000
- Porcentaje de incidencias: 3%

El cálculo del stock de ruedas se realiza de forma similar a la producción de bogies, motores o reductoras:

- Se divide el número de kilómetros que recorre la flota entre la vida útil estimada de las ruedas. Nos da el número de actividades anuales a realizar.
- El número de actividades anuales a realizar se multiplica por el número de ruedas que tiene una unidad, y el resultado es el número de ruedas anuales de consumo.

Es obvio indicar, que en los primeros años de funcionamiento de los trenes las sustituciones de ruedas serán mínimas, principalmente serán sustituciones debidas a incidencias.

5. ESTACIONAMIENTO DE TRENES

En el diseño del Área de Estacionamiento de trenes se han de tener en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Se recomienda que el área de estacionamiento sea cubierto, con el objetivo de evitar la insolación, calentamiento excesivo del interior de los trenes, lluvias, rayos ultravioletas, bajas temperaturas, polución, etc.
- Debe dimensionarse de tal manera que quepan todas las unidades previstas en el servicio diario y las posibles ampliaciones de la línea. En el caso de que alguna unidad pernocte en las cabeceras de la línea, el número de posiciones de estacionamiento será el del número de trenes que pernocten en este área.
- Todas las vías de estacionamiento finalizarán con un calce o topera.
- La longitud de cada vía de estacionamiento estará prevista para poder estacionar un múltiplo entero de trenes. En el caso de estacionarse varios trenes en la misma vía, se ha de dejar un pasillo de circulación de unos 4-5 m entre ambos trenes. Entre el final del tren y la topera se ha de dejar un espacio mínimo de 3 m. Enfrentados con el pasillo de circulación se dispondrán puertas que permitan el acceso desde el exterior.
- Se dispondrán plataformas de acceso a los trenes entre cada dos líneas de trenes, tanto en los extremos como en la parte central. Otra opción es disponer de andenes técnicos a lo largo de la totalidad de las posiciones de estacionamiento. Estos andenes técnicos se situarán entre cada dos vías, de forma que permitan el acceso a cada uno de los trenes estacionados a ambos lados. También se pueden disponer plataformas continuas a lo largo de la totalidad de la longitud del tren.

En las siguientes figuras se muestran imágenes de un estacionamiento tipo de Metro Madrid y unos calces de final de vía.



Figura 19: Calces final de Vía.



Figura 20: Estacionamiento Tipo. Metro Madrid.

La siguiente tabla resume los parámetros y las características de un área de estacionamiento tipo.

PARÁMETROS TÉCNICOS DEL ÁREA DE ESTACIONAMIENTO		
VÍAS Y ANDENES		
Vías	número	Necesarias para albergar la totalidad de la flota
	capacidad	Múltiplo entero de unidades de tren
	electrificadas	Si
Entre vías	con andén técnico (m)	5,5
	sin andén técnico (m)	4,0
	disposición	alternada
EQUIPAMIENTOS		
Andenes técnicos	longitud (m)	Longitud del tren
	ancho (m)	1,50
	altura (m)	1,05
	accesibilidad	rampa dentro de la longitud del tren.
Equipo de limpieza de interiores	tipo	manual
INSTALACIONES		
Tomas de fuerza	distancia (m)	< 25
	posición	en báculo o mástil
	tensión (V)	16 y 32
Tomas de agua	distancia (m)	< 15
	posición	en báculo o mástil
Tomas de aire comprimido		No procede
Limpieza de los WC de los trenes	ubicación de las tomas	en los andenes técnicos
	situación (m)	50 m desde la entrada
	depósito de aguas residuales	Si
	tratamiento de las aguas anulando su composición química	se precisa bombeo a la depuradora de tratamiento

Tabla 18: Parámetros Técnicos del Área de Estacionamiento.

6. INSTALACIONES ADICIONALES NECESARIAS PARA EL MANTENIMIENTO.

En este capítulo se va a proceder a explicar el funcionamiento de instalaciones auxiliares y necesarias para el mantenimiento de los trenes. En la explicación se indicarán parámetros de trabajo, funcionamiento de las instalaciones, ubicaciones de las mismas, y requerimientos necesarios para su funcionamiento.

6.1.1. Máquina de Lavado

Generalidades

Las hay de dos tipos, instalaciones que limpian el tren al paso del mismo e instalaciones móviles, en este caso, el tren está estacionado y el elemento móvil es el túnel de lavado.

Las instalaciones al paso suelen disponerse en el exterior de las áreas de estacionamiento, mientras que las instalaciones móviles se suelen utilizar dentro de las áreas de estacionamiento.

El motivo del uso de una u otra está derivado del espacio disponible en las instalaciones. La que menos espacio necesita en cuanto a longitud de vía útil son las instalaciones móviles, ya que únicamente necesitan una longitud algo mayor que la longitud del tren.

A continuación se explica el funcionamiento y elementos que componen **un túnel de lavado al paso**.

El túnel de lavado al paso consiste en una instalación de lavado automático de trenes, donde el vehículo a lavar, operado por su conductor, entra en la instalación a velocidad prefijada de maniobra, activándose el ciclo de lavado al detectar su presencia los sensores dispuestos para ello.

Está constituido por torres fijas de lavado en acero inoxidable. A la entrada de la instalación se sitúa el arco estacionario de prelavado y en el extremo opuesto, a continuación de los cepillos, el arco estacionario de aclarado y los electro-ventiladores de secado.

La instalación se controla mediante un autómatas programable PLC y dispone, como interfase entre la instalación y el usuario, de un panel de control. Desde este panel, que funciona como mando local, se actúa sobre la instalación y se visualizan los mensajes de alarma.

Al paso del tren y según la posición en que se encuentre, se ponen en funcionamiento los diversos grupos operativos requeridos por el programa de lavado y se mantienen en funcionamiento mientras detecten la presencia del tren. La secuencia de actuación del equipo se detiene automáticamente al paso del último módulo, retornando a su posición inicial.

El agua de lavado se recoge en una arqueta que está conectada con un pozo de recogida de agua con un sistema separador de fangos y grasas.



Figura 21: Túnel de Lavado al paso.

Procedimiento de explotación

El lavado consta de las siguientes fases:

- Posicionamiento e inicio:
- Lavado y salida

Componentes del Túnel de Lavado

COMPONENTES DEL TÚNEL DE LAVADO AL PASO.	
Puesto de control manual	Alimentación de agua
Control automático desde el PLC	Mecanismo de Traslación
Cepillos	Giro y Traslación
Arcos de prelavado y aclarado	Alimentación eléctrica
Sistemas de seguridad	Recicladora de agua
Planta de ósmosis compacta	

Tabla 19: Componentes del Túnel de Lavado al paso.

Características fundamentales del equipo

Las características principales del túnel de lavado son:

CARACTERÍSTICAS DEL TÚNEL DE LAVADO			
Cepillos Verticales	8 uds.	Tiempo de lavado	3 – 5 min.
Cepillos inclinados	2 uds.	Velocidad de paso	5 km/h
Cepillos Horizontales	8 uds.	Calidad de lavado	En función de la velocidad del tren
Cepillos Frontales	2 uds.	Acometidas	A lo largo de la instalación
Tuberías difusoras	14 uds.	Seguridad	Funciona sin catenaria
Caudal de tratamiento de agua	4 m ³ /h		

Tabla 20: Características del Túnel de Lavado.

6.1.2. Torno de Foso

Generalidades

El Torno de Foso es una máquina-herramienta de control numérico para el torneado o reperfilado de las ruedas montadas sobre ejes ferroviarios con sus cajas de grasa, tanto en bogies sueltos, como ejes montados en cualquier vehículo ferroviario (remolques de cercanías, tranvías, coches de viajeros, etc.), con una carga máxima de hasta 25 t por eje. También permite el torneado de los discos de freno.

Con este equipo se consigue, mediante el torneado, la disminución de los costes de mantenimiento de los vehículos y las vías, disminuyendo el tiempo e inmovilización de los vehículos, así como también y como más importante, aumentar el confort y la seguridad en la circulación de los trenes.

A continuación, se incluye una tabla con las principales características de un torno de foso comercial, de uso habitual en estas instalaciones. La obra civil habrá de adaptarse a las especificaciones del torno que se adquiera.

Procedimiento de explotación

El sistema dispone de un Control Numérico con PCL integrado que controla todo el proceso de torneado, garantizando que la secuencia de operaciones es la correcta, así como permitiendo programar cualquier tipo de perfil de forma abierta y sencilla.

El CNC controla dos carros portaherramientas para el torneado de ruedas y un cabezal de giro para dar movimiento a las ruedas. El control anterior permite tornear ruedas simultánea o independientemente en ambos lados, así como programar las condiciones de mecanizado en cuanto a profundidad de pasada, velocidad de corte y avance por vuelta para cada pasada.

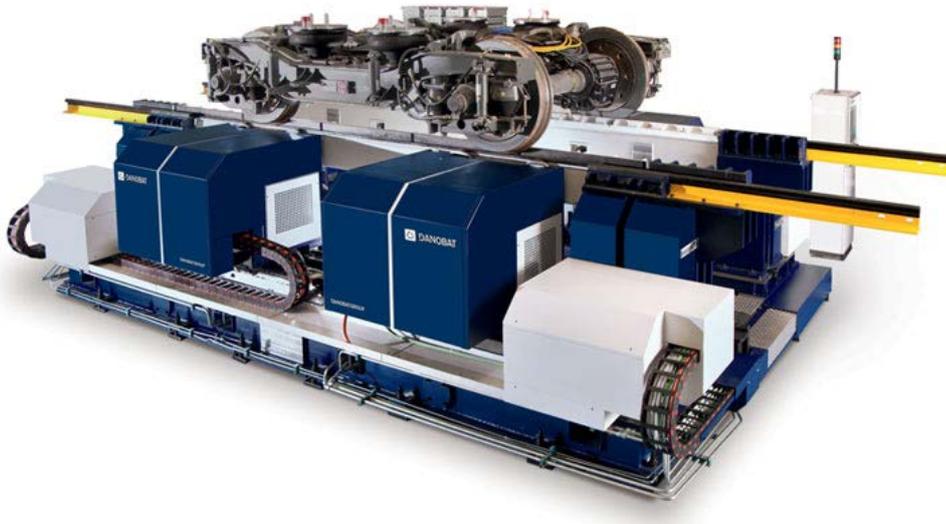


Figura 22: Torno de Foso.

Componentes del equipo

A continuación se enumeran los diferentes componentes que forman el torno de foso:

COMPONENTES DEL TORNO DE FOSO	
Bancada	Instalación de Engrase Centralizado
Soporte del Torno	Centrales Hidráulicas
Equipo de Elevación y Flotación, Accionamiento y Flotación de la Rueda	Instalación Neumática
Carros Portaherramientas	Sistema de Diagnósis
Topes Laterales	Hardware y Software de Gestión de Torneado
Carril móvil	Instalación eléctrica - electrónica.
Sonda de Medida en Cabeza de Torno	Instalación de tratamiento de viruta
Medidor continuo de diámetro	Eje Patrón
Protecciones y resguardos	Equipo de precargas giratorias

Tabla 21: Componentes del Torno de Foso.

Características fundamentales del equipo

CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL TORNO DE FOSO			
	DESCRIPCION	VALOR	OBSERVACION
CAPACIDADES	Ancho de vía	1.435 mm	Ajustable
	Perfiles de rodadura s/UIC o similar	Cualquiera	Ajustable
	Diámetros de rueda	550-1200 mm	Ajustable
	Ancho Bandaje	95-140 mm	
	Carga máxima por eje	18.000 kg	
	Peso aproximado torno	15 T	
	Apoyos regulables sobre cajas y suspensión para compensar fluctuaciones por planos en bandas de rodadura		
TOLERANCIAS DE MECANIZADO	Oscilación radial máx. en banda de rodadura	≤ 0.1 mm	
	Defecto de redondez de las ruedas	≤ 0.1 mm	
	Diferencia de diámetros entre ruedas del mismo eje	≤ 0.1 mm	
	Calidad superficial en banda de rodadura	$Ra \leq 6.3$ μ m	
	Alabeo de cara interna	≤ 0.2 mm	
POTENCIAS Y VELOCIDADES	Potencia instalada	90 KVA	
	Velocidad de corte para mecanizado de rueda	20-140 m/min	
	Sección máxima de corte permitida	6.5 mm ²	
	Nivel sonoro	≤ 75 dB(A)	
GEOMETRIA OBRA CIVIL	Longitud	7.650 mm	
	Anchura	5.800 mm	
	Profundidad	2.100 mm	
	Pendiente de vía	0%	
	Trazado de vía en la zona próxima al torno	30 m Vía recta	
REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA	Alimentación eléctrica torno	3~TT 400 \pm 10% V 50 \pm 5% Hz	
	Resistencia toma de tierra.	≤ 3 Ω	
	Señal externa de bloqueo de funcionamiento por catenaria u otros sistemas.	220 VAC	
	Salida por contacto libre de potencial para bloqueo de otros equipos externos	10 A	Intensidad Máxima
	Suministro de aire a presión	≥ 7 bar	

Tabla 22: Características Técnicas del Torno de Foso.

6.1.3. Nave de Preparación y Pintura

Generalidades

La nave de pintado se distribuye en 3 zonas, en las cuales se realizan las operaciones siguientes:

- **Zona 1** en el sentido de entrada: se ubica una cabina para realizar las operaciones de preparación de la caja como lijado, enmasillado, etc.
- **Zona 2**, posición central de la nave, en la que se realizan operaciones de enmascarado de las partes de la caja que lo requieran.
- **Zona 3**: se ubica una cabina destinada al pintado de la caja puede tener un horno que permite una vez pintada la caja proceder a su secado.

Estas tres zonas se instalarán en una vía exclusiva, dentro o fuera del taller de mantenimiento. En caso de situarse dentro de la nave del taller, esta instalación ha de estar totalmente aislada del resto de la nave.

La longitud total de la nave suele ser de unos 90 m. Cada zona tiene unas dimensiones interiores aproximadas de 30 m de longitud, 8,5 m de ancho y 6 m de alto capaz por tanto de ubicar en cada una caja de hasta 25 m de longitud, 2,90 m de ancho y 4,26 m de altura con pantógrafo plegado, aproximadamente. El ancho recomendado de 8.5 m permite la instalación de los equipos accesorios necesarios y el paso de hombre con elementos de manutención apropiados.

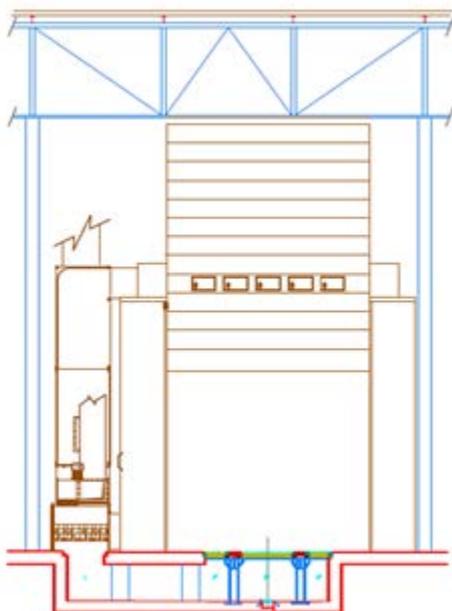


Figura 23: Cabina de Pintura.

Características básicas de la cabina de preparación

La Cabina de Preparación tiene por objeto permitir realizar las operaciones previas a la fase de pintado como son los lijados, enmasillados, retoques, etc. La cabina ha de disponer de un sistema de extracción con caudal suficiente y asimismo, una impulsión de aire para lograr una temperatura interna de unos 20 a 25 °C y una humedad relativa superior al 60 %.

La cabina de preparación ha de estar dotada de plataformas elevadoras por lado para permitir el acceso a todos los puntos de la caja. Las plataformas serán neumáticas y se han de desplazar longitudinal y verticalmente.

Características básicas de la cabina de pintura y horno de secado.

Es una cabina con una doble función: de un lado, permitir aplicar la pintura en condiciones óptimas a los trenes y por otro, tener la posibilidad de funcionar como horno para el secado de la pintura aplicada en la fase anterior.

Dadas las operaciones a realizar en esta cabina, la instalación ha de tener un sistema de extracción y otro de impulsión de aire para lograr las condiciones ambientales de trabajo adecuadas.

La cabina de pintura ha de estar dotada de plataformas elevadoras rectas por lado para permitir el acceso a todos los puntos de la caja. Las plataformas serán neumáticas y han de tener tres tipos de movimientos: traslación, elevación y aproximación.

La cabina ha de tener un grupo térmico de calentamiento del aire.

Zona de enmascaramiento.

Es una zona situada entre la cabina de preparación y la cabina de pintura y horno de secado. En ella, se realizan las actividades de empapelado previas a la aplicación de la pintura.

Ha de disponer de dos plataformas en cada lateral de 15 m cada una.

6.1.4. Cabina de Lavado y Soplado de Bajos

Generalidades

En esta cabina se realiza el lavado y el soplado con aspiración de los bajos de los coches para eliminar la suciedad que se acumula por la circulación por la vía y más especialmente por la presencia de grasas procedente del irregular funcionamiento de las boquillas de engrase de las pestañas de las ruedas.

El objetivo de esta limpieza es doble: de un lado, facilitar las tareas de mantenimiento y de otro lado, evitar los riesgos de incendios en los bogies por inflamación de la grasa y de los aceites en ellos contenidos por calentamiento de las partes que los contienen durante el frenado de los trenes.

Esta cabina se ha de situar en la vía que dispone del baja bogies y asimismo, la vía en donde se realizan las revisiones de mantenimiento de 1^{er} nivel de las cuales esta limpieza es una operación previa.

Características básicas de la cabina de lavado y soplado

Esta instalación está formada, por tanto, por dos cabinas independientes pero unidas entre sí:

- Una primera, para la **limpieza** de los bajos de los trenes mediante agua a presión
- Otra segunda, para el **soplado** de los bajos de los trenes, especialmente motores y equipos de potencia, con aspiración simultánea de los polvos generados.

La longitud de cada cabina es aproximadamente de 20 m para tener cabida la longitud de un coche y ha de disponer de foso triple en toda su longitud para poder realizar las tareas necesarias con la mayor comodidad,



Figura 24: Cabina de Lavado y Soplado de Bajos.

6.1.5. Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura

Componentes del equipo

El equipo de medida es un sistema modular y configurable. Para esto, se disponen de varios módulos que son:

- Módulo limpia-ruedas: limpia la pestaña y la parte interna de la rueda para medir la rueda en las mejores condiciones posibles.
- Módulo para la medida geométrica de las dimensiones de rueda (EVA): mide los parámetros críticos de la rueda para su mantenimiento, como altura y grueso de pestaña, factor qR , distancia entre caras internas.
- Módulo de detección de defectos superficiales (DSR): detecta los defectos superficiales en la banda de rodadura de la rueda.
- Módulo de automatización de la instalación (SADEC): permite el funcionamiento del sistema de medición sin la intervención de operador así como provee información útil para el mantenedor acerca del estado de funcionamiento del equipo.
- Módulo para el reconocimiento de tren (Antena y Tarjetas): realiza la identificación automática y control de las unidades que pasan por la instalación.
- Ordenador principal: coordina todos los módulos del sistema, transmite las órdenes necesarias para la captura de datos, monitorización del sistema y de las medidas, mostrando el estado de los módulos remotos en vía.



Figura 25: Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura.

Características Técnicas:

EQUIPO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE RODADURA		
CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS	DATO
Características generales	Velocidad de paso de vehículo en medición	entre 0 y 10 km/h.
	Velocidad máxima de paso sin medición	15 km/h.
	Carga máxima	25 Tn por eje
Características armario eléctrico principal (situado en la vía)	Alimentación eléctrica	230V, F+N + T.T., 50 Hz
	Potencia instalada	4 kVA
	Resistencia de propagación a tierra	$\leq 3 \Omega$
Características Rack de medidas (situado en la oficina)	Alimentación eléctrica	230V, F+N + T.T., 50 Hz
	Potencia instalada	1 kVA
	Resistencia de propagación a tierra	$\leq 3 \Omega$
Características técnicas módulo EVA	Resolución de las medidas:.	0,1 mm
	Precisión de medidas +/-	0,1 mm (altura y grueso).
Características técnicas módulo DSR	Frecuencia de trabajo estandar de los sensores de ultrasonido:	1 MHz
	Ganancia en los amplificadores de canal:	hasta 80 dBs.
	Frecuencia de muestreo:	8 a 66 MHz

Tabla 23: Características Técnicas del Equipo de Medición de Parámetros de Rodadura.

6.1.6. Mesa Baja Vías

Generalidades

Este equipamiento ha de estar ubicado en las vías de mantenimiento de primer y segundo nivel.

Se pueden disponer de varias unidades en cada vía a fin de facilitar las operaciones de montaje y desmontaje de los equipos bajo bastidor de los trenes.

El Baja-vías está compuesto por dos vigas de 6 metros de longitud que, incorporando en su parte superior las vías de traslación de los vehículos y apoyados sobre cuatro pilares anclados al foso, permiten el desmontaje de cualquier componente situado debajo de un vehículo (equipos auxiliares, ejes, etc.). Además, al quedar la zona limpia de vías y medios de soporte de éstas, el sistema permitirá la retirada o el desmontaje de los mencionados componentes desde la vía donde se encuentra el vehículo hasta el eje de entrevías mediante la utilización de sistemas apropiados.

Los Baja-vías pueden llevar incorporada una mesa-elevadora con movimiento longitudinal y un carro móvil extraíble lateralmente que permitirá realizar los trabajos de montaje y desmontaje de los equipos posicionados bajo bastidor de caja de tren.



Figura 26: Mesa Baja Vías.

Procedimiento de explotación

Su proceso básico de operación será el siguiente:

- Posicionamiento del vehículo sobre el Baja-vías.
- Apoyo de la caja del vehículo (si lo requiere, en función del elemento a desmontar) en gatos auxiliares.
- Bajada de las vigas soporte de carril del Baja-vías.
- Posicionado de la mesa elevadora de modo que el elemento a desmontar quede centrado sobre el eje del carro móvil. Los paneles que conforman el foso interior del Baja-vías se desplazan solidariamente a la mesa elevadora sin necesidad de retirarlos manualmente
- Elevación del conjunto mesa-elevadora/carro móvil hasta apoyar el elemento a desmontar. Desconexión de los anclajes de elemento
- Descenso del conjunto mesa-elevadora/carro móvil al nivel $-1,20$ m.
- Desplazamiento motorizado de mesa-elevadora/carro móvil sobre sistema de guiado en solera a $-1,20$ m, hacia el lateral que se pretende extraer el elemento retirado, hasta la posición adecuada para su manipulación con carretilla elevadora.
- La operación de montaje es, lógicamente, la inversa en modo análogo.

Finalizada la operación el sistema Baja-vías quedará libre de obstáculos, recuperando su conformación como foso de trabajo. Del mismo modo, el sistema de guiado lateral será retirable sin dejar obstáculos ni resaltes en la solera

Características técnicas.

Sus principales características son las descritas en la tabla siguiente, a modo informativo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BAJA VÍAS	
Capacidad máxima de elevación de la mesa (t)	12,0
Longitud de vía interrumpida (m)	6,0
Carrera máxima de elevación (mm)	1.200
Velocidad de elevación de la mesa (m/min)	0,30
Potencia del grupo hidráulico (kW)	1,5
Potencia máxima instalada (kW)	10,0
Tensión de alimentación	400 V, III+N+T, 50 Hz
Tensión de mando	48 V
Autómata	PCL

Tabla 24: Características Técnicas del Baja Vías.

Estas especificaciones técnicas son meramente orientativas. Las especificaciones técnicas del baja vías se han de adecuar a los requerimientos del material móvil y plan de mantenimiento del fabricante elegido.

6.1.7. Otros Equipamientos.

En cuanto a equipamiento adicional que se ha de tener en cuenta a la hora de diseñar este tipo de instalaciones para el mantenimiento del material rodante son:

- Carros de Arrastre
- Pasarelas de Trabajo
- Plataformas de elevación de trenes completos
- Plataformas girabogies
- Cabinas de lavado de bogies
- Plataformas de montaje y desmontaje de bogies
- Mesas elevadoras de ejes
- Lavadora de ejes
- Prensa de calado y decalado de ejes
- Sistemas de rellenado de arena
- Puentes grúa
- Bancos de trabajo
- Equipos de extracción lateral de bogies, etc

Alguno de ellos ha sido mencionado anteriormente en los talleres específicos. Como se puede observar el equipamiento específico de este tipo de instalaciones es muy amplio y todos ellos han de tenerse en cuenta a la hora de proyectar unas instalaciones de este tipo.

7. OTRAS ÁREAS E INSTALACIONES.

Además de todas las áreas descritas anteriormente (Talleres de Mantenimiento, Talleres Específicos, Estacionamiento de Trenes y las instalaciones Adicionales Necesarias para el Mantenimiento) en este tipo de instalaciones “industriales”, existen multitud de instalaciones auxiliares y elementos auxiliares para el mantenimiento, que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar el conjunto del Área de Mantenimiento y Estacionamiento. A continuación se enumeran dichas áreas, instalaciones y elementos auxiliares:

- Almacén. Fundamental para el buen funcionamiento de todas las instalaciones.
- Cuartos técnicos: cuartos de compresores y de distribución de aire comprimido, cuarto de Baja Tensión, Cuarto de tratamiento y distribución de agua, cuarto de calderas de agua caliente sanitaria.
- Zonas de Oficinas, salas de reuniones, aseos, vestuarios, zonas de descanso, comedor, cuartos de instalaciones, enfermería, etc.
- Accesos y viales para vehículos del personal, camiones, etc.
- Sistemas de Ventilación, aire acondicionado y calefacción
- Sistemas de saneamiento
- Sistemas de seguridad contra incendios, este capítulo es fundamental de cara a la detección y alarma de incendios, sistemas de extinción, alumbrado de emergencia, etc.
- Señalización ferroviaria
- Instalaciones de Comunicaciones
- Línea Aérea de contacto, catenaria tipo tranviaria, catenaria escamoteable,
- Puntos limpios
- Depuradoras
- Depósitos de gasoil para los vehículos bi-viales
- Subestación de tracción y Centros de Transformación
- Aljibes
- Diploris
- Instalaciones de gases licuados, etc.

8. CONCLUSIONES

Como se puede observar, cuando se plantea el diseño de este tipo de instalaciones “industriales”, además de la componente ferroviaria de las mismas, se han de tener en cuenta múltiples instalaciones auxiliares necesarias para el correcto funcionamiento.

Diseñar este tipo de instalaciones es siempre un “rompecabezas” nuevo a resolver, ya que de inicio el diseño se ha de adaptar a las disponibilidades de espacio, ubicación, accesos ferroviarios desde la línea principal, accesos carreteros, etc.

El principio de partida para el diseño de estas instalaciones es el Plan de Mantenimiento del fabricante del material rodante. Este dato es la base fundamental para un buen diseño de las instalaciones.

Los cálculos siempre han de partir de los datos de explotación de la línea, hay que tener en cuenta crecimientos futuros de la línea y de los kilómetros que recorre la flota y ante eso, hacer un planteamiento de diseño con holguras suficientes para que las labores de mantenimiento que se han de realizar cumplan con el plan previsto y la disponibilidad de las unidades.

Las inversiones a realizar en estas instalaciones son importantes, pero no se han de escatimar recursos al inicio y “nacer pequeño” en cuanto a las instalaciones, ya que si sucede este hecho, la operación de la línea no será la idónea y la disponibilidad de la flota se puede ver comprometida.