



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN OPERATIVA FERROVIARIA EN EL CICLO DE
TRANSPORTE DE VAGONES EN EL PATIO TUNSHURUCO – FERROCARRIL
CENTRAL ANDINO S.A.

**Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Transportes

Autor

Cuzcano Hernández, Jorge Luis

Asesor

Paredes Paredes, Pervis

ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Carlos Reyes, Gabriel Jorge

Rivadeneira Rivas, César Augusto

Lima - Perú

2025



OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN OPERATIVA FERROVIARIA EN EL CICLO DE TRANSPORTE DE VAGONES EN EL PATIO TUNSHURUCO – FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	20%	1%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	3%
3	portal.mtc.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
8	www.bcrp.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	www.mtc.gob.pe Fuente de Internet	<1%
11	vsip.info Fuente de Internet	



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN OPERATIVA FERROVIARIA
EN EL CICLO DE TRANSPORTE DE VAGONES EN EL PATIO
TUNSHURUCO – FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

Línea de Investigación:
Seguridad vial e Infraestructura de Transporte
Experiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Transportes

Autor
Cuzcano Hernández, Jorge Luis

Asesor
Paredes Paredes, Pervis
ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado
Flores Vidal, Higinio Exequiel
Carlos Reyes, Gabriel Jorge
Rivadeneira Rivas, César Augusto

Lima – Perú
2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y ejemplo constante, que han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. A mi familia, por su comprensión y apoyo durante todo el proceso académico.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres por su amor, apoyo incondicional y ejemplo constante, a mis docentes y asesores por su orientación y compromiso académico, y a todas las personas e instituciones que contribuyeron de alguna manera a la culminación de este trabajo de investigación

INDICE

Resumen.....	ix
Abstrac	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Trayectoria del autor.....	12
1.2. Descripción de la empresa.....	15
1.3. Organigrama de la empresa	17
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	18
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	23
2.1. Planteamiento del problema.....	23
2.2. Definición del problema	24
2.3. Problema general	25
2.4. Objetivo general.....	26
2.5. Justificación	27
2.6. Alcance y limitaciones.....	28
2.7. Marco teórico.....	29
2.7.1. Bases teóricas	29
2.8. Situación actual.....	38
2.8.1. Ubicación.....	38
2.8.2. Tiempos de Ciclo Alterado de Vagón Cliente MCP.....	39
2.8.3. Tiempos de Ciclo de Vagón Cliente MCP	44
2.9. Propuesta de solución	49
2.10. Aplicación de Herramienta de Gestión por Procesos	52
2.10.1. Diagnóstico del Proceso Actual	53
2.10.2. Rediseño del Proceso Operativo	53

2.10.3. Beneficios Esperados	54
2.10.4. Aplicación de la Teoría de las Limitaciones (Cuello de Botella).....	60
2.10.5. Aplicación de Lean Manufacturing	62
2.10.6. Programa de Capacitación de Personal Operativo	65
2.10.7. Charlas e Inspección de Ruta y Optimización (OPT) en Ferrocarril Central Andino S.A.....	65
2.10.8. Resultados Operativos	72
2.11. Análisis de resultados	74
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA.....	78
IV. CONCLUSIONES.....	79
V. RECOMENDACIONES	80
VI. REFERENCIAS	81
VII. ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales de la Concesión	16
Tabla 2 Límites de velocidad operativa	32
Tabla 3 Geometría de la vía - trocha.....	33
Tabla 4 Geometría de la vía - Alineamiento	33
Tabla 5 Geometría de la vía – nivel de vía	34
Tabla 6 Estructura de la vía - durmientes	35
Tabla 7 Estructura de la vía – rieles defectuosos	36
Tabla 8 Estructura de la vía – desnivel entre los rieles de la junta	37
Tabla 9 Estructura de la vía – trocha del guarda riel y de la guarda cara	37
Tabla 10 Ciclo comercial de atención al cliente	54
Tabla 11 Diagrama Sipoc Elementos por Proceso Operativo FCCA.....	58
Tabla 12 Restricciones en locomotoras y demoras en patios limitan el transporte eficiente del tonelaje producido.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Ferrocarril Central Andino S.A.	17
Figura 2 Organigrama del departamento de Operaciones.....	17
Figura 3 Trocha del guarda riel y de la guarda cara	37
Figura 4 Ubicación del área de estudio - Mapa de la ruta Ferroviaria Central Andina	39
Figura 5 Ciclo del vagón y variables que la afectan	40
Figura 6 Descarga alterada de vagones.....	41
Figura 7 D.A.P - Patio Central (Volteador paralizado 12 Hrs).....	41
Figura 8 Traslado de vagones vacíos (Patio Central – Tunshuruco)	42
Figura 9 Trayecto Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N (Volteador paralizado 12 Hrs)..	42
Figura 10 Recorrido Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N (Volteador paralizado 12 Hrs)	43
Figura 11 Tiempo de ciclo alterado	43
Figura 12 Ciclo del MCP	44
Figura 13 Ciclo de la carga de vagones Tunshuruco	44
Figura 14 D.A.P Tunshuruco – Carga de materiales	45
Figura 15 Ciclo del traslado de vagones cargados Tunshuruco – Patio Central.....	45
Figura 16 Trayecto de Tunshuruco – Patio Central, sentido N-S	46
Figura 17 Recorrido total de Tunshuruco – Patio Central, sentido N-S	46
Figura 18 Ciclo de descarga de vagones.....	47
Figura 19 D.A.P. Patio central descarga	47
Figura 20 Ciclo del traslado de vagones vacíos.....	48
Figura 21 Recorrido del Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N	48
Figura 22 Recorrido Total del Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N.....	49
Figura 23 Ciclo total del recorrido ideal.....	49

Figura 24 Diagramas de los procedimientos.....	53
Figura 25 Mapa de los 5 Sectores operativos FCCA.....	55
Figura 26 Capacidad de carga del Ferrocarril.....	56
Figura 27 Diagrama SIPOC Elementos por Proceso Operativo	58
Figura 28 Diagrama de Flujo : Sub -Proceso Operativo Descarga de carros en Patio Central FCCA	59
Figura 29 Diagrama Iper: Proceso Operativo FCCA.....	59
Figura 30 Ficha de Proceso Operativo FCCA.: proceso de descarga	59
Figura 31 Diagrama de actividades por proceso FCCA.	64
Figura 32 Charlas e Inspección de Ruta y Optimización (OPT) en Ferrocarril Central Andino S.A.	67
Figura 33 Tiempo de recorrido Total (Patio Central – Tunshuruco) Ideal Vs. Alterado.....	75
Figura 34 Round-Trip Ideal Vs. Alterado.....	76

Resumen

Esta investigación se orienta a optimizar la gestión operativa ferroviaria del ciclo de transporte de vagones en el Patio Tunshuruco del Ferrocarril Central Andino S.A. El estudio identifica como problema central la brecha entre el ciclo ideal de 93 horas con 17 minutos y el ciclo real de 112 horas con 49 minutos, diferencia que impacta negativamente en la eficiencia del servicio y en los costos operativos. Las demoras se concentran principalmente en la etapa de descarga en el Patio Central, generando mayor consumo de recursos, necesidad adicional de tripulaciones y desajustes en la programación operativa. Los objetivos planteados incluyen identificar cuellos de botella del proceso logístico, evaluar el efecto de las demoras sobre los costos y la operación, y proponer estrategias de mejora orientadas a la optimización del sistema ferroviario. Mediante un análisis detallado del proceso, se reconocen factores críticos que explican las interrupciones, entre ellos fallas recurrentes del volteador, retrasos en la disponibilidad del personal y deficiencias en la coordinación entre las áreas involucradas.

En respuesta a estos hallazgos, se proponen acciones de mejora como el fortalecimiento del mantenimiento preventivo, la optimización de la coordinación interdepartamental y la incorporación de herramientas digitales que permitan el monitoreo en tiempo real de las operaciones. Los resultados esperados indican que la aplicación de estas medidas permitirá reducir los tiempos del ciclo, disminuir los costos logísticos y mejorar la eficiencia global del servicio. El estudio sustenta decisiones para una operación ferroviaria eficiente.

Palabras Clave: Gestión operativa ferroviaria, transporte de vagones, tiempo de ciclo, simulación

Abstrac

This research focuses on optimizing the operational management of the wagon transport cycle at the Tunshuruco Yard of Ferrocarril Central Andino S.A. The study identifies as the main problem the gap between the ideal cycle of 93 hours and 17 minutes and the actual cycle of 112 hours and 49 minutes, a difference that negatively affects service efficiency and operational costs. Delays are mainly concentrated in the unloading stage at the Central Yard, resulting in higher resource consumption, additional crew requirements, and disruptions in operational scheduling. The objectives include identifying bottlenecks in the logistics process, assessing the impact of delays on costs and operations, and proposing improvement strategies aimed at optimizing the railway system. Through a detailed process analysis, critical factors contributing to interruptions are recognized, including recurrent failures of the tippler, delays in personnel availability, and deficiencies in coordination among the involved areas. In response to these findings, improvement actions are proposed, such as strengthening preventive maintenance, optimizing interdepartmental coordination, and incorporating digital tools for real-time monitoring of operations. The expected results indicate that implementing these measures will reduce cycle times, lower logistics costs, and enhance overall service efficiency. The study provides a technical basis for efficient railway operations.

Keywords: Railway operational management, wagon transport, cycle time, simulation.

I. INTRODUCCIÓN

Mi nombre es Jorge Luis Cuzcano Hernández, bachiller en Ingeniería de Transportes por la Universidad Nacional Federico Villarreal. A lo largo de mi trayectoria profesional, he tenido la oportunidad de desempeñarme en diversas entidades públicas y empresas privadas dentro del sector de tránsito, transporte y operaciones ferroviarias.

Mi experiencia abarca roles clave en las áreas de tránsito, operaciones urbanas, planificación del transporte, gestión ferroviaria y coordinación de proyectos estratégicos. Desde la supervisión de operaciones en campo, pasando por la planificación de maniobras ferroviarias, hasta la implementación de mejoras en servicios de transporte urbano, he contribuido activamente al logro de los objetivos de cada organización donde he trabajado.

Durante mi paso por entidades como la Municipalidad Metropolitana de Lima, la Municipalidad Provincial del Callao, Allin Group, Perú Bus Internacional y actualmente Ferrocarril Central Andino S.A., he desarrollado sólidas habilidades en gestión operativa, planificación logística, control de calidad de servicios, modelación de redes de transporte y manejo de equipos de trabajo bajo estándares de eficiencia y seguridad.

Mi compromiso con la excelencia profesional, la capacidad para actuar bajo presión y el entusiasmo constante por adquirir nuevos conocimientos me han permitido superar diversos retos, aportar valor a cada organización y consolidar un crecimiento sostenido en el sector transporte.

Actualmente, en mi posición como Supervisor de Operaciones en el Ferrocarril Central Andino S.A., continúo fortaleciendo mis capacidades profesionales, impulsando el cumplimiento de los procedimientos operativos y promoviendo la mejora continua en las actividades de transporte ferroviario.

1.1. Trayectoria del autor

A continuación, se detalla mi experiencia profesional:

Entidad Pública: Subgerencia de Ingeniería de Tránsito de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

Periodo: 2016 al 2017.

Cargo: Practicante

Funciones desempeñadas:

- Atendí, inspeccioné y evalué las propuestas para la implementación de los paraderos de transporte público y los paraderos de taxi en Lima Metropolitana.
- Realicé los levantamientos de campo y los metrados en función de las propuestas específicas de mejora.
- Elaboré los planos de las propuestas de mejoramiento y adecuación de geometría vial en el programa AutoCAD.
- Redacté los informes técnicos de transporte y de viabilidad.
- Modelé las redes y los escenarios de transporte utilizando el software TransCAD.

Entidad Pública: Gerencia General de Transporte Urbano de la Municipalidad Provincial del Callao.

Periodo: 2017.

Cargo: Practicante

Funciones desempeñadas:

- Registré vehículos en centros de acopio programados, contribuyendo al cumplimiento de la Meta 19.
- Verifiqué la documentación de los vehículos empadronados y el estado del transporte de productos agropecuarios, primarios y piensos.

- Elaboré los informes semanales de visitas e inspecciones, conforme a la programación realizada.
- Ingresé y gestioné la información en el aplicativo de SENASA para el registro y la programación de capacitaciones.
- Apoyé en las inspecciones sanitarias a comerciantes y en las capacitaciones dirigidas a transportistas y comerciantes.

Entidad Pública: ALLIN GROUP S.A. (Corredor Rojo)

Periodo: 2018.

Cargo: Técnico en centro de control.

Funciones desempeñadas:

- Planifiqué e implementé los mecanismos de control de calidad del servicio.
- Verifiqué la aplicación de los reglamentos de transporte y de las normas internas de la empresa.
- Asesoré a los operadores sobre el cumplimiento de las reglamentaciones y los procedimientos.
- Brindé soporte operativo a las unidades ante los accidentes en ruta o desperfectos mecánicos.

Entidad Pública: Perú Bus Internacional S.A. (Corredor Amarillo).

Periodo: 2018 al 2019.

Cargo: Analista en planificación.

Funciones desempeñadas:

- Propuse y acompañé las mejoras en vía para optimizar la operación del servicio.
- Realice las inspecciones, levantamientos de campo y metrados para sustentar mejoras operacionales.

- Identifiqué, evalué y coordiné las propuestas de implementación de servicios y rutas.
- Verifiqué, consolidé y revisé las horas hombre trabajadas por cada operador.
- Analicé los tiempos de recorrido y la vez propuse ajustes para mejorar la eficiencia.
- Corroboré la ejecución de la programación semanal de los servicios para cada ruta.

Entidad Pública: Ferrocarril Central Andino S.A.

Periodo: 2019 a la actualidad.

Cargo: Supervisor de operaciones.

Funciones desempeñadas:

- Gestionar los requerimientos de los clientes de manera oportuna, manteniendo una comunicación efectiva para identificar sus necesidades.
- Coordinar y supervisar la entrega de mercadería (Zn, Pb, Cu) a los depósitos IMPALA y PERU BAR.
- Coordinar y supervisar el cambio de los tanques de ácido sulfúrico en la refinería NEXA, garantizando su seguridad y el cumplimiento de procedimientos de calidad.
- Planificar las maniobras ferroviarias para el ingreso de los vagones de concentrado provenientes de la Minera Chinalco al volteador del depósito de Impala, según las rumas solicitadas.
- Asegurar los tiempos de entrega de los tanques de diésel en el depósito de BLENDING.
- Realizar el seguimiento al personal para el cumplimiento del reglamento interno y del CGNO (Código General de Operaciones).

- Elaborar los informes de supervisión en campo y el KPI sobre tiempos de recepción, trayecto y despacho de trenes.
- Brindar las charlas operativas y de seguridad diariamente con base en el CGNO.
- Efectuar las inspecciones inopinadas a tripulaciones en todo el recorrido del FCCA, verificando el cumplimiento de procedimientos.

1.2. Descripción de la empresa

Ferrocarril Central Andino S.A., empresa peruana, fundada el 21 de septiembre de 1999. Ferrovías Central Andina S.A., empresa peruana, obtuvo la Concesión del Estado Peruano, por 30 años, para la administración de la línea del ferrocarril más alto del mundo. Esta vía fue construida en trocha standard. Son las primeras empresas ferroviarias del Perú. - Tráfico - Complejidad de las Operaciones.

Al 31 de diciembre de 2020, la empresa cuenta con 5 accionistas (4 nacionales y 1 extranjero): - ADR Inversiones S.A.C 30,00% - Ferrovías e Infraestructura S.A.C. 27,50% - Railroad Development CO. 17,50% - Unión Andina de Cementos S.A.A. 15,00% - Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. 10,00%.

El 20 de setiembre de 1999 la empresa obtuvo la buena pro de la licitación pública para la explotación del Ferrocarril del Centro, suscribiéndose el Contrato de Concesión para el mantenimiento, rehabilitación y explotación de los bienes de la concesión, y la construcción de obras de infraestructura vial ferroviaria para la prestación de servicios de transporte ferroviario y de servicios complementarios en el área matriz del Ferrocarril del Centro.

La Concesión se otorgó por un plazo inicial de treinta (30) años, siendo posible que, a partir del cuarto año, y cada cinco años, el Concesionario solicite la ampliación de la concesión por períodos de cinco (5) años adicionales, lo que podría extender el plazo de la concesión hasta 60 años. De este modo, al finalizar el 2020, el plazo de vigencia de la Concesión ha sido

ampliado hasta en dos oportunidades, por un período adicional de 5 años cada una, por lo que la Concesión tendrá una vigencia de 40 años que vence en el 2039.

El Contrato de Concesión no incluye el derecho a la explotación de servicios de transporte ferroviario de pasajeros y carga, los cuales deben ser prestados mediante operadores de servicios de transporte ferroviario. Si bien el Contrato de Concesión prevé que los operadores sean empresas distintas al concesionario, también admite la posibilidad de que empresas vinculadas a éste puedan prestar tales servicios. Así, desde 1999 hasta la fecha, la empresa operadora del servicio de transporte ferroviario de pasajeros y carga es la empresa FVCA, la cual se encuentra vinculada al Concesionario.

Tabla 1

Datos generales de la Concesión

Concepto	Detalle
Concesionario	Ferrovías Central Andina S.A. ADR Inversiones S.A.C (30%), Ferrovías e Infraestructura S.A.C. (27.5%), Railroad Development CO. (17.5%), Unión Andina de Cementos S.A.A. (15.0%), Cía. De Minas Buenaventura S.A.A. (10.0%)
Accionistas de la concesión	
Tipo de concesión	Autosostenible
Factor de competencia	Mayor Retribución al Estado
Inversión comprometida	FRA II
Inversión realizada al 2020	USD 57,0 millones (incluido IGV)
Inicio de la concesión	20 de setiembre de 1999
Plazo de la concesión	30 años + 10 años adicionales
Número de adendas	9

Nota. Tomado de la Ficha de contrato de Concesión del Ferrocarril Central Andino S.A. (2020).

1.3. Organigrama de la empresa

La empresa Ferrocarril Central Andino S.A. tiene el siguiente organigrama:

Figura 1

Organigrama de Ferrocarril Central Andino S.A.

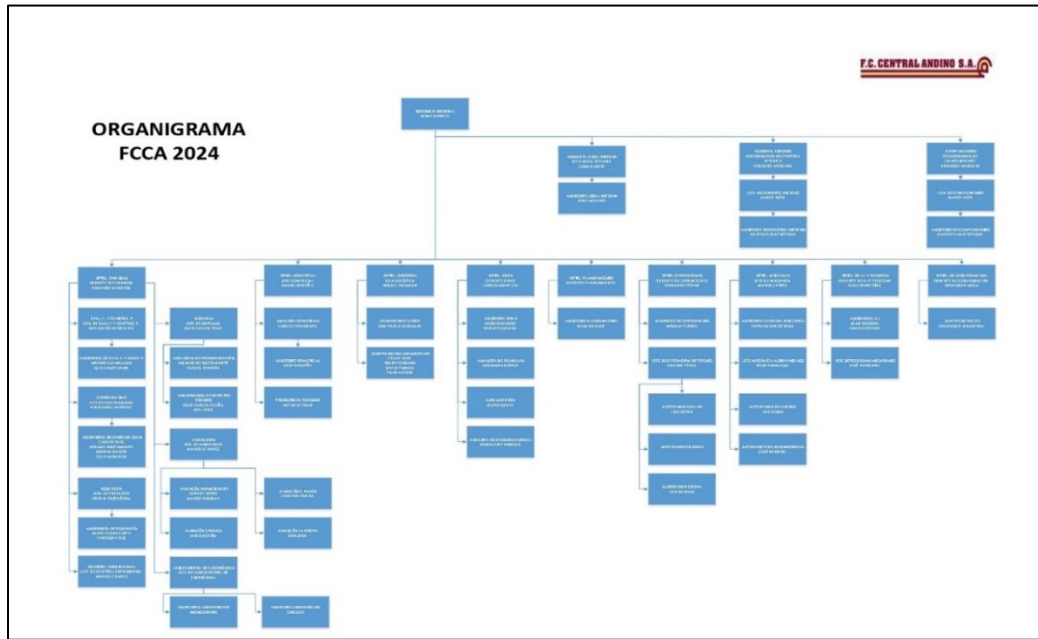
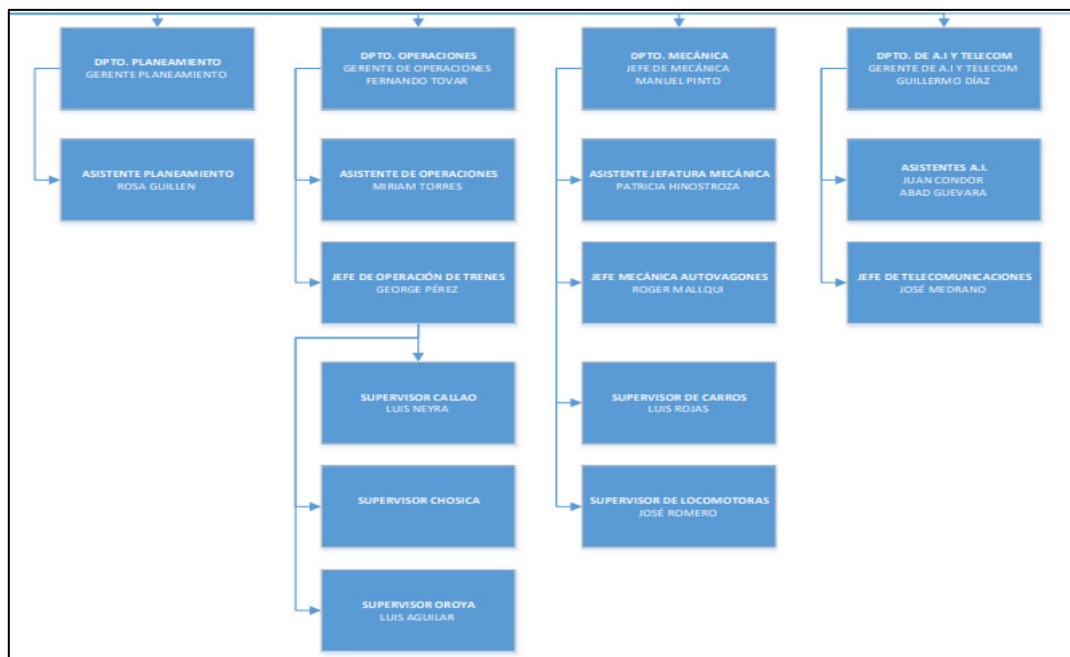


Figura 2

Organigrama del departamento de Operaciones



1.4. Áreas y funciones desempeñadas

1.4.1. Área de operaciones ferroviarias

- Planificación y ejecución del servicio de transporte ferroviario.
- Control del tráfico de trenes (vía sistemas de señales y telecomunicaciones).
- Gestión del personal de conducción y supervisión ferroviaria.
- Coordinación con clientes para el transporte de carga o pasajeros.

1.4.2. Área de mantenimiento de infraestructura

- Conservación y reparación de la vía férrea (durmientes, rieles, balasto).
- Supervisión de puentes, túneles y estructuras complementarias.
- Evaluación geotécnica y prevención de deslizamientos o daños por lluvias.

1.4.3. Área de mantenimiento de material rodante

- Revisión, reparación y mantenimiento de locomotoras y vagones.
- Control de calidad mecánica y electromecánica del material rodante.
- Implementación de mejoras tecnológicas para eficiencia y seguridad.

1.4.4. Área de ingeniería y proyectos

- Planificación de ampliaciones, mejoras o modernización de infraestructura.
- Desarrollo de estudios técnicos y proyectos de inversión.
- Supervisión de obras civiles y electromecánicas.

1.4.5. Área comercial y logística

- Coordinación con empresas mineras, industriales y otras para el transporte de carga.
- Diseño de rutas logísticas eficientes.
- Gestión de tarifas, contratos y seguimiento de envíos.

1.4.6. Área de seguridad operacional

- Supervisión del cumplimiento de normas de seguridad ferroviaria.
- Investigación de incidentes y accidentes ferroviarios.

- Capacitación continua del personal en temas de seguridad y protocolos de emergencia.

1.4.7. Área ambiental y social

- Supervisión de impactos ambientales por la operación ferroviaria.
- Gestión de relaciones con comunidades locales.
- Implementación de programas de responsabilidad social empresarial (RSE).

1.4.8. Área administrativa y financiera

- Gestión de recursos humanos, contrataciones y finanzas.
- Manejo contable y presupuestario.
- Coordinación con entes gubernamentales y cumplimiento normativo.

En general las actividades del puesto es coordinar, dirigir y supervisar las operaciones y maniobras ferroviarias (recepción, distribución, carga, pesaje y despacho de vagones), así como las actividades complementarias al servicio ferroviario (entoldado, desentoldado de vagones, inspección de unidades ferroviarias y mantenimiento de vías férreas) en Patio Tunshuruco, así mismo coordina con la supervisión del ferrocarril y de la empresa MCP las diferentes actividades relacionadas a este servicio.

Tareas y responsabilidades normales:

- Depende directamente del Gerente de Operaciones del Ferrocarril Central Andino S.A., de quien recibe las disposiciones y normatividades relacionadas a los trabajos a ejecutarse en el movimiento de trenes.
- Dirigir y supervisar las operaciones de trenes en patio Tunshuruco y Patio central - Callao, como son:
 - ✓ Maniobras de RECEPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN de carga (cal, concentrado, combustibles, ácidos, contenedores, y materiales) a los puntos de descarga, y de vagones vacíos para el concentrado.

- ✓ Maniobras para CARGA y Descarga de concentrado, cal, combustible y materiales y otros.
- ✓ Maniobras de PESAJE de vagones vacíos (destare) y de cargados con concentrado.
- ✓ Maniobras de FORMACIÓN Y DESPACHO de trenes.
- ✓ Dirigir y supervisar las operaciones de DESENTOLDADO y ENTOLDADO de vagones (concentrado, cal y materiales).
- ✓ Dirigir y supervisar trabajos complementarios al servicio (inspección de unidades ferroviarias, mantenimiento de vías férreas)
- Coordinar y ejecutar las disposiciones de la Gerencia de Operaciones y Jefatura, así como informar avances diarios (por guardia), y novedades de diferente índole.
- Supervisar al personal destacado a MCP (Patio Tunshuruco) en el estricto cumplimiento del Reglamento Operativo Internos y su Código de Normas de Operación.
- Elabora y controla el Programa de rotación del personal operativo destacado a MCP (Patio Tunshuruco).
- Coordinar con CCT-Oroya (ruta) la disponibilidad de vagones vacíos, y la recepción y despacho de trenes (Patio Tunshuruco).
- Coordinar con CCT-Callao (destino), la recepción de carga y celeridad en el despacho de vagones vacíos. (Patio Tunshuruco).
- Coordinar con CCT-Cerro, el mantenimiento y reparación de toldos (Patio Tunshuruco)
- Coordinar con CCT-Chosica, la recepción de carga y celeridad en el despacho de vagones vacíos (Patio central – Callao)

- Coordinar con el Supervisor de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSOMA) para que el personal realice los diferentes procedimientos de trabajo ciñéndose a las normas de seguridad, salud y medio ambiente de La Empresa y El Cliente, así como realizar la investigación de accidentes y/o incidentes suscitados y el seguimiento a la implementación de las acciones correctivas según sea el caso.
- Coordinar con la Supervisión de Mantenimiento Mecánico y el Técnico Mecánico destacado a MCP (Patio Tunshuruco – Patio central Callao) los temas relacionados a la reparación y mantenimiento de vagones y locomotoras asignados al servicio en MCP (Patio Tunshuruco).
- Coordinar con la Supervisión de Vías Oroya, la reparación y mantenimiento de las vías férreas en MCP (Patio Tunshuruco).
- Coordinar con la Supervisión de Asuntos Internos, los temas relacionados a la protección y/o seguridad de la carga o materiales transportados y a los equipos.
- Coordinar con la Supervisión de Transportes de clientes los diferentes temas del trabajo diario de atención (carga, pesaje y despacho de carga) para otorgar un servicio eficiente, oportuno y seguro.
- Coordinar con la Supervisión de Talleres de CHINALCO los servicios de atención solicitados con Orden de Compra (servicio de grúa, y otros) para otorgar un servicio eficiente, oportuno y seguro. (patio Tunshuruco)
- Coordinar con la Supervisión de la empresa tercera que brinda servicios de alimentación y alojamiento, para un correcto servicio a nuestro personal, así como verificación y conformidad de los servicios facturados mensualmente al FCCA S.A.
- Elaborar y remitir en forma mensual los reportes, información o data de variación del personal entoldador a la Supervisión de RR.HH. Oroya, y coordinar los diferentes temas relacionados con el personal.

- Entrenar y capacitar a todo el personal en los diferentes procedimientos de trabajo relacionados al servicio prestado.
- Representar a la empresa en las reuniones de trabajo cuando estas sean previamente coordinadas con la Gerencia de Operaciones.
- Comunicar al Gerente de Operaciones cualquier alteración que se haya presentado en la ejecución del movimiento operacional.
- Tomar acción inmediata en casos de emergencia, reportando al Gerente de Operaciones sobre la situación presentada y la acción tomada.
- Atender y solucionar las quejas y reclamos individuales de los trabajadores en primera instancia, así mismo poner en conocimiento del Gerente de Operaciones, los casos que superan sus límites de autoridad que le hayan sido delegados.
- Elaborar y reportar las horas de trabajo laboradas por el personal a su cargo y de controlar la asistencia; llena los formularios de Tiempo respectivos de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- Entrenar y dirigir a los trabajadores en la realización eficiente y segura de los trabajos. Presta especial atención a los problemas que se derivan de labores nuevas o no rutinarias y da las instrucciones pertinentes.
- Estar a disposición del servicio las 24 horas del día para atender y solucionar situaciones de urgencia y/o emergencia.
- Imponer sanciones disciplinarias de acuerdo a las disposiciones, reglamentos operativos internos, reglamentos de trabajo y/o reglamentos de seguridad.
- Mantener constantemente informado al Gerente de Operaciones del desarrollo de las actividades, y reporta cualquier incidente o anomalía que se presente en el servicio.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

Optimización de la gestión operativa en el transporte de carga ferroviaria en la ruta central andina

2.1. Planteamiento del problema

En el contexto actual del transporte ferroviario en el Perú, la ruta central andina representa uno de los corredores logísticos más estratégicos del país, conectando el centro minero y productivo de la sierra central con el puerto del Callao. Dentro de esta ruta, el servicio de transporte de carga ferroviaria desempeña un rol esencial en la cadena de suministro nacional e internacional, al movilizar grandes volúmenes de concentrado de minerales, cal, combustibles, ácidos y otros insumos críticos para la economía del país. Sin embargo, a pesar de su relevancia, la gestión operativa en esta ruta enfrenta diversas limitaciones que afectan su eficiencia, seguridad y confiabilidad.

Actualmente, las operaciones ferroviarias en puntos clave como el Patio Tunshuruco y el Patio Central – Callao requieren la coordinación de múltiples actividades críticas, entre ellas: la recepción, distribución, carga, pesaje, entoldado/desentoldado, despacho de vagones y mantenimiento tanto de vías férreas como de unidades ferroviarias. Estas labores son gestionadas por personal operativo bajo supervisión directa y constante, y demandan una articulación precisa con diversas áreas internas y externas, incluyendo mantenimiento, seguridad, logística de clientes, y servicios complementarios.

A pesar del esfuerzo humano y técnico desplegado, se evidencian problemas operativos persistentes, tales como retrasos en la rotación de vagones, demoras en el despacho de trenes, baja productividad durante las maniobras ferroviarias, fallas en la comunicación entre los actores involucrados y una escasa estandarización de los procesos. Estos factores afectan la eficiencia global del sistema ferroviario, especialmente en las etapas críticas de operación,

como lo señalan los lineamientos técnicos sobre maniobras ferroviarias descritos por Massa (2021).

Estas deficiencias operativas generan cuellos de botella que impactan negativamente no solo en los indicadores de desempeño de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., sino también en la satisfacción de los clientes del servicio ferroviario. Asimismo, se han identificado brechas en la aplicación de tecnologías de control y monitoreo, en la asignación de recursos humanos y materiales, y en la implementación de buenas prácticas en seguridad, mantenimiento preventivo y capacitación del personal.

Por lo tanto, resulta necesario desarrollar una propuesta de optimización de la gestión operativa del transporte de carga ferroviaria en esta ruta, que permita mejorar la eficiencia en las maniobras ferroviarias, la programación y rotación del personal, la coordinación interinstitucional, y el uso de recursos materiales y tecnológicos. El abordaje de esta problemática se torna aún más urgente si se considera la creciente demanda de transporte de carga y la necesidad de garantizar un servicio competitivo frente a otros modos logísticos como el transporte terrestre.

En este contexto, la presente investigación se formula con el propósito de analizar, identificar y proponer estrategias de optimización en la gestión operativa del transporte ferroviario de carga en la ruta central andina, tomando como base el análisis de procesos actuales, las responsabilidades y funciones del personal operativo en campo, y los estándares de calidad requeridos por los clientes y la empresa concesionaria.

2.2. Definición del problema

La ineficiencia en la gestión operativa del transporte de carga ferroviaria en la ruta central andina, debido a la falta de articulación entre las maniobras ferroviarias, la coordinación interinstitucional, el control de operaciones y la optimización del uso de recursos humanos, materiales y tecnológicos, afecta negativamente la productividad del servicio, genera retrasos

en el despacho de trenes, incrementa los tiempos de rotación de vagones y disminuye la competitividad del ferrocarril frente a otros modos de transporte.

En la actualidad, el ciclo de transporte ferroviario de vagones en el Patio Tunshuruco del Ferrocarril Central Andino S.A. presenta diversas ineficiencias operativas que impactan negativamente en los tiempos de entrega, uso de recursos y satisfacción del cliente. A pesar de contar con procedimientos establecidos para la carga, pesaje, despacho y retorno de vagones, se presentan variables no controladas como paralización de equipos, reasignación de rumas, congestión en patios y descoordinaciones interinstitucionales que alteran significativamente el tiempo ideal del ciclo (93:17 h), extendiéndolo hasta 112:49 h en escenarios críticos.

Estas alteraciones afectan no solo la continuidad del servicio, sino también los costos operacionales por consumo de combustible, personal inactivo, sobreuso de tripulaciones y tiempos muertos en los patios. En ese sentido, es fundamental identificar las causas, evaluar el impacto y proponer soluciones que permitan optimizar la gestión operativa del transporte ferroviario de carga, garantizando así una mayor eficiencia, confiabilidad y rentabilidad del servicio.

2.3. Problema general

La gestión operativa ferroviaria en el ciclo de transporte de vagones en el Patio Tunshuruco del Ferrocarril Central Andino S.A. presenta ineficiencias debido a tiempos de ciclo prolongados, maniobras inadecuadas y falta de coordinación interinstitucional, lo que genera demoras y afecta la eficiencia del servicio, incrementando costos y afectando la satisfacción del cliente MCP.

2.3.1. Problemas específicos

- La falta de un análisis detallado del ciclo completo de transporte de vagones desde y hacia el Patio Tunshuruco, lo que dificulta la identificación de los tiempos ideales y alterados que impactan la eficiencia operativa.

- La presencia de variables operativas no optimizadas que generan demoras e interrupciones en el proceso logístico ferroviario, afectando la programación de recursos y aumentando los costos operativos.
- La escasa evaluación del impacto de las demoras operativas en los costos, el consumo de recursos y la programación de tripulaciones, lo que impide tomar decisiones informadas para mejorar la gestión operativa.
- La falta de estrategias eficaces para mejorar la coordinación, planificación y ejecución de maniobras en el Patio Tunshuruco, lo que reduce la capacidad de optimizar el servicio ferroviario y la satisfacción del cliente MCP.

2.4. Objetivo general

Optimizar la gestión operativa ferroviaria en el ciclo de transporte de vagones en el Patio Tunshuruco del Ferrocarril Central Andino S.A., mediante el análisis de tiempos de ciclo, maniobras y coordinación interinstitucional, con el fin de mejorar la eficiencia, reducir costos y minimizar demoras en el servicio al cliente MCP.

2.4.1. Objetivos específicos

- Analizar el ciclo completo del transporte de vagones desde y hacia el Patio Tunshuruco, identificando tiempos ideales y alterados.
- Identificar las principales variables operativas que generan demoras o interrupciones en el proceso logístico ferroviario.
- Evaluar el impacto de las demoras operativas en los costos, consumo de recursos y programación de tripulaciones.
- Proponer estrategias de mejora en la coordinación, planificación y ejecución de maniobras para optimizar el servicio ferroviario al cliente MCP.

2.5. Justificación

El transporte ferroviario de carga es una alternativa logística estratégica para el desarrollo económico del Perú, especialmente en la ruta central andina, donde se movilizan grandes volúmenes de productos minerales, industriales y de consumo desde las zonas productivas hacia el puerto del Callao. En este contexto, la eficiencia operativa del servicio ferroviario es crucial para garantizar la continuidad y competitividad del transporte multimodal en el país.

A pesar de los esfuerzos de Ferrocarril Central Andino S.A. (FCCA), se han identificado ineficiencias operativas que afectan la productividad y confiabilidad del servicio. Entre las principales se encuentran los retrasos en las maniobras ferroviarias, la débil articulación entre áreas internas, la falta de estandarización de procesos y la inadecuada rotación y asignación del personal operativo. Estos problemas no solo comprometen los cronogramas logísticos, sino que también incrementan los costos operativos y reducen la capacidad de atención a la demanda, generando riesgos para la seguridad ferroviaria.

Esta investigación busca optimizar la gestión operativa del transporte de carga ferroviaria, tomando como caso de estudio el ciclo de transporte de vagones en el Patio Tunshuruco de FCCA. Se analizarán los tiempos de ciclo, las maniobras y la coordinación interinstitucional con el objetivo de mejorar la eficiencia, reducir los costos y minimizar las demoras en el servicio. La propuesta no solo beneficiará a FCCA, sino que podría replicarse en otros servicios ferroviarios del país o de la región andina.

Desde una perspectiva académica, la investigación contribuirá al campo de la ingeniería del transporte y la logística ferroviaria, integrando conocimientos teóricos con la experiencia práctica del entorno laboral. Además, fortalecerá las capacidades analíticas del investigador al aplicar metodologías de diagnóstico, análisis de procesos, evaluación de desempeño y diseño de propuestas de mejora.

Desde el punto de vista social y económico, optimizar el transporte de carga ferroviaria mejorará la eficiencia del sistema logístico nacional, reducirá el impacto ambiental en comparación con el transporte terrestre y contribuirá al desarrollo sostenible de las regiones conectadas por la red ferroviaria. Por tanto, esta investigación es relevante tanto técnica como académicamente y tendrá un impacto positivo en el sistema ferroviario peruano.

2.6. Alcance y limitaciones

Alcance

La presente investigación se centra en el análisis y optimización de la gestión operativa del transporte de carga ferroviaria en la ruta central andina, operada por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. El estudio se enfocará principalmente en las actividades desarrolladas en los patios ferroviarios de Tunshuruco y Callao, considerando aspectos como la coordinación de maniobras (recepción, carga, pesaje y despacho de vagones), la articulación entre áreas técnicas, la estandarización de procesos y la gestión del personal operativo.

El alcance comprende:

- La evaluación de los procesos operativos relacionados al manejo de carga minera, industrial y otros materiales.
- El análisis de la estructura organizacional y de coordinación interna e interinstitucional.
- El diagnóstico de herramientas de control, comunicación y supervisión actualmente empleadas.
- La propuesta de un modelo de optimización basado en principios de eficiencia operativa, seguridad y calidad del servicio.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones de la investigación se consideran las siguientes:

- Acceso a información confidencial o sensible de la empresa ferroviaria, lo cual puede restringir el análisis de ciertos indicadores clave de rendimiento (KPI).
- Dependencia del testimonio y colaboración del personal operativo, cuya disponibilidad y apertura pueden influir en la calidad de la información recopilada durante el trabajo de campo.
- Limitaciones geográficas y logísticas para el desplazamiento continuo entre los patios ferroviarios y otros puntos críticos de la ruta central, lo cual podría afectar la frecuencia de visitas técnicas.
- Restricciones temporales propias del cronograma de investigación, que podrían condicionar la implementación o simulación completa de la propuesta de optimización planteada.
- Variabilidad en las condiciones operativas reales, como interrupciones del servicio ferroviario por mantenimiento, factores climáticos o eventos extraordinarios, que pueden distorsionar los patrones de operación observados.

2.7. Marco teórico

2.7.1. Bases teóricas

2.7.1.1. Transporte Ferroviario de Carga. El transporte ferroviario es un sistema de movilización de bienes que utiliza trenes sobre rieles como medio de transporte. Este tipo de transporte es ampliamente utilizado para el traslado de mercancías pesadas y de gran volumen, como minerales, combustibles, materiales industriales y productos agrícolas.

En el Perú, el Ferrocarril Central Andino (FCCA) cumple un rol estratégico en la conectividad entre la zona centro del país y el puerto del Callao, facilitando el comercio nacional e internacional. La ruta central andina es una de las más desafiantes a nivel mundial debido a su topografía accidentada, lo que exige una planificación y operación altamente eficiente.

2.7.1.2. Gestión Operativa en el Transporte Ferroviario. La gestión operativa en el ámbito ferroviario implica la planificación, organización, supervisión y control de los procesos logísticos asociados a la circulación de trenes, manejo de vagones, carga y descarga, mantenimiento de vías, y coordinación interinstitucional. Entre los componentes fundamentales de la gestión operativa ferroviaria destacan:

Maniobras ferroviarias: conjunto de operaciones destinadas al movimiento interno de trenes y vagones en patios ferroviarios, incluyendo la recepción, formación, carga, pesaje y despacho.

Coordinación logística: articulación entre diversas áreas (operaciones, mantenimiento, seguridad, recursos humanos) para garantizar el flujo eficiente y seguro de trenes.

Gestión de personal operativo: administración de turnos, rotación, capacitación y asignación de funciones del personal responsable de ejecutar las operaciones en campo.

Control y supervisión: monitoreo constante de indicadores de desempeño y condiciones operativas para la toma de decisiones en tiempo real.

2.7.1.3. Optimización de Procesos. La optimización es una disciplina orientada a mejorar la eficiencia de procesos mediante el uso de métodos analíticos y herramientas de gestión. En el contexto del transporte ferroviario, se busca:

Minimizar tiempos de espera y operación.

Reducir costos logísticos.

Incrementar la utilización efectiva de vagones y locomotoras.

Mejorar la asignación de recursos humanos y materiales.

Entre los enfoques metodológicos para la optimización destacan:

Lean Logistics: eliminación de desperdicios en los procesos operativos.

Gestión por procesos (BPM): modelado, análisis y mejora continua de procesos.

Indicadores de desempeño (KPI): métricas clave que permiten evaluar la eficiencia operativa.

2.7.1.4. Normativa y Seguridad en Operaciones Ferroviarias. En el contexto peruano, la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF) es la entidad responsable de establecer los lineamientos y disposiciones técnicas aplicables a la operación del transporte ferroviario, supervisando el cumplimiento de las normas vigentes por parte de las empresas concesionarias.

Asimismo, empresas concesionarias como Ferrocarril Central Andino S.A. complementan la normativa nacional mediante la implementación de instrumentos internos de gestión, tales como el Reglamento Operativo Interno, las normas de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), así como manuales de procedimientos técnicos y operacionales, los cuales contribuyen a garantizar operaciones ferroviarias seguras y eficientes.

2.7.1.5. Importancia del Transporte Ferroviario en el Desarrollo Logístico Nacional. El fortalecimiento del transporte ferroviario contribuye a una red logística más sostenible, al disminuir la congestión en las carreteras, reducir emisiones de gases contaminantes y abaratar los costos del transporte en el largo plazo. Por ello, optimizar su gestión no solo tiene beneficios empresariales, sino también sociales y ambientales.

2.7.1.6. Clases de vías: Límites de velocidad operativa. Las velocidades máximas permitidas para la operación en vías férreas de trocha de 914 milímetros se establecen según la siguiente clasificación:

Tabla 2*Límites de velocidad operativa*

Clase De Vía	Máxima Velocidad de Operación Permitida	
	Trenes de Mercancías (Km/Hora)	Trenes de Pasajeros (Km/Hora)
1	16	24
2	40	48
3	64	96
4	96	128
5	128	144

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En caso de que un tramo de vía no cumpla con todos los requisitos técnicos establecidos para una determinada clase, este será reclasificado a la clase inmediatamente inferior para la cual sí cumpla en su totalidad los requerimientos. No obstante, si una vía no cumple con los estándares mínimos exigidos para la Clase 1, podrá mantenerse en operación bajo las velocidades máximas de dicha clase por un plazo no mayor de treinta (30) días calendario, tiempo en el cual deberán ejecutarse las reparaciones correspondientes para garantizar su operatividad segura” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007).

2.7.1.7. Geometría de la vía. La geometría de la vía comprende el diseño y la disposición del trazado ferroviario, incluyendo alineación, nivelación y curvatura, factores que influyen directamente en la seguridad y eficiencia de la circulación de los trenes. Un adecuado control geométrico permite reducir riesgos operativos y mejorar el desempeño del transporte ferroviario.

A. Trocha. Distancia entre caras internas de los rieles a 5/8” bajo el tope. Estándares por clase de vía:

Tabla 3*Geometría de la vía - trocha*

Clase de Vía	Mínimo	Máximo
1	35 ½"	37 ½"
2 y 3	35 ½"	37 ¼"
4 y 5	35 ½"	37"

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14.

B. Alineamiento. Desviación máxima permitida con cordel de 62 pies:

Tabla 4*Geometría de la vía - Alineamiento*

Clase de Vía	Vía en Tangente	Vía en Curva
1	5"	5"
2	3"	3"
3	1 ¾"	1 ¾"
4	1 ½"	1 ½"
5	¾"	5/8"

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14.

Curvas, peraltes y velocidad:

- **Peralte máximo:**
 - ✓ Clases 1 y 2: 12.94 cm
 - ✓ Clases 3 a 5: 11.32 cm
- **Fórmula para velocidad máxima en curva:**

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{H \times R}{0.00787 \times a'}}$$

Donde:

H = peralte o sobre elevación del riel exterior, expresado en metros.

R = radio de la curva, expresado en metros.

a' = ancho de la vía entre ejes de los rieles, expresado en metros.

Peralte en curvas y rampas:

- El peralte debe aplicarse gradualmente en la espiral de la curva.
- La transición debe ser uniforme y cumplir el Art. 16° de la Directiva N° 01-2007-MTC/14.

C. Nivel de vía. Límites de elevación, desviación de perfil y nivel transversal:

Tabla 5

Geometría de la vía – nivel de vía

Nivel de la Vía	Clase de Vía				
	1	2	3	4	5
La rampa de 31 pies al final de un levante no debe exceder de	3 ½"	3"	2"	1 ½"	1"
La desviación del perfil uniforme en cualquiera de los rieles, en la ordenada media de una cuerda de 62 pies, no debe exceder de	3"	2 ¾"	2 ¼"	2"	1 ¼"
La desviación del nivel transversal, desde cero a cualquier punto en tangente o peralte reversa del nivel transversal en curvas, no debe exceder de	3"	2"	1 ¾"	1 ¼"	1"
La diferencia en nivel transversal entre dos puntos cualesquiera a distancia menor a 62 pies no debe exceder de	3"	2"	1 ¾"	1 ¼"	1"

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14.

2.7.1.8. Estructura de la vía. Se tiene lo siguiente:

Balasto:

- Funciones:
 - ✓ Distribuir carga
 - ✓ Restringir movimiento de vía
 - ✓ Proveer drenaje
 - ✓ Mantener alineación y nivel

Durmientes:

Deben ser de material que permita fijar rieles con seguridad. Requisitos mínimos:

- No estar rotos ni rajados
- Retener fijaciones
- Estar ubicados cerca de las juntas según clase

Tabla 6

Estructura de la vía - durmientes

Clase de Vía	Vía en tangente o en curvas de radios mayores a 900 metros	Vía en curvas de radios menores a 900 metros
1	5	6
2	8	9
3	8	10
4 y 5	12	14

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Rieles defectuosos:

- Supervisión y clasificación de defectos.
- Se definen distintos tipos de defectos como:
 - ✓ Fisura transversal / compuesta
 - ✓ Fractura por quemadura
 - ✓ Grietas (vertical, horizontal, en el alma)
 - ✓ Soldadura defectuosa
 - ✓ Separación cabeza-alma
 - ✓ Patín roto
 - ✓ Riel entubado
- Se indica si el riel debe ser reemplazado o si se pueden aplicar acciones correctivas (A, B, C, etc.), dependiendo del tipo y severidad del daño.

Tabla 7*Estructura de la vía – rieles defectuosos*

Defecto	Longitud del defecto (cm)		Porcentaje del área de la cabeza del riel debilitada por el defecto		Si no se reemplaza el riel tomar la siguiente acción
	Mayor que	Pero no mayor que	Menor que	Pero no menor que	
Fisura transversal			70 100	5 70 100	B A2 A
Fisura compuesta			70 100	5 70 100	B A2 A
Fractura específica			25	5	C
Fractura por quemadura			80	25	D
Soldadura defectuosa			100	80 100	A2 ó E y H A ó E y H
Grieta horizontal	2.54	5.1			H y F
Grieta vertical	5.1	10.2			I y G
Grieta en el alma	10.2				B
Riel entubado	(1)	(1)	(1)		A
Separación entre la cabeza y el alma					
Rajadura en el agujero del perno	1.25 2.54 3.8 (1)	2.54 3.8	(1)		H y F H y G B A
Patín roto	2.54 15.24	15.24			D A ó E ó I
Rotura ordinaria					A y E
Riel dañado					D
Riel aplanado	Profundidad mayor o igual a 95 cm con un largo mayor o igual a 20.32 cm.				H

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Desnivel entre los rieles de la junta:

El desnivel entre los dos rieles en cada junta, deber ser así:

Tabla 8

Estructura de la vía – desnivel entre los rieles de la junta

Clase de Vía	La diferencia de nivel entre los extremos de los rieles en las juntas no excederá de:	
	En el sentido vertical de los extremos del riel	Del lado interior de la trocha en los extremos del riel
1	1/4"	1/4"
2	1/4"	3/16"
3	3/16"	3/16"
4 y 5	1/8"	1/8"

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Trocha del guarda riel y de la guarda cara:

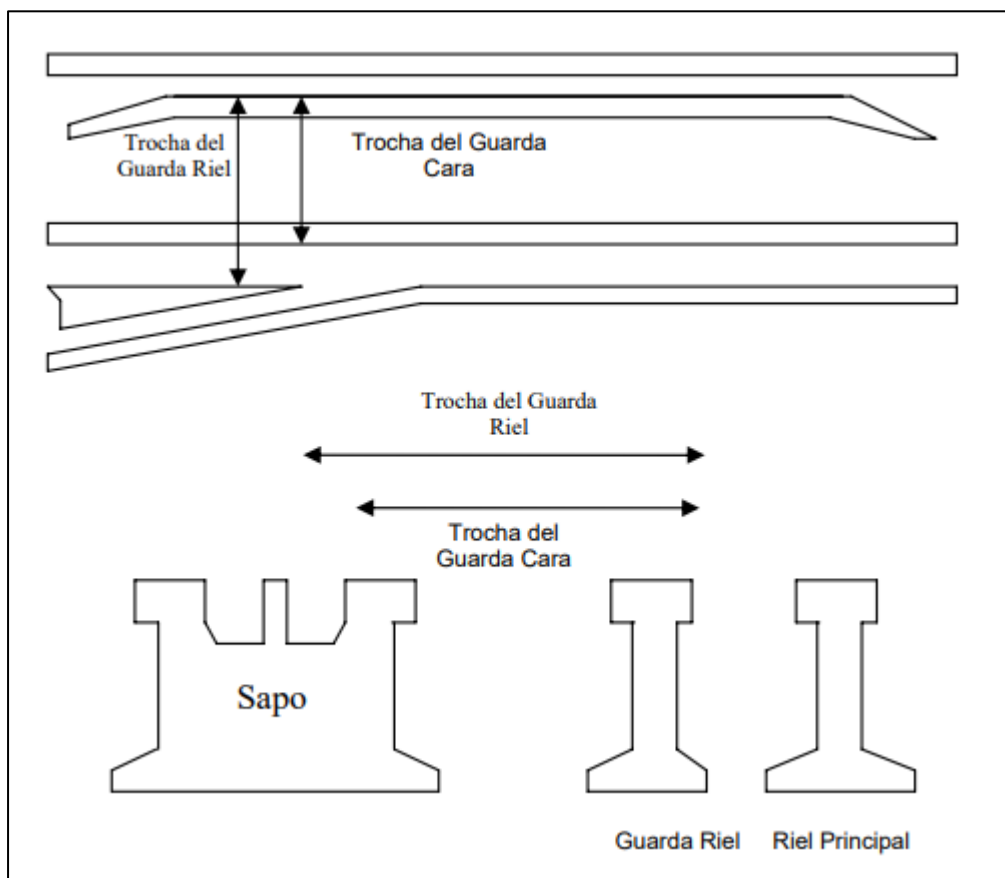
Las trochas del guarda riel y guarda cara en los sapos deben estar dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 9

Estructura de la vía – trocha del guarda riel y de la guarda cara

Clase de Vía	Trocha del Guarda Riel:	Trocha del Guarda Cara:
	La distancia entre la línea de trocha de un sapo a la línea de guarda de su guarda riel o guarda cara, medido a través de la vía y a ángulos rectos a la línea de la trocha ^{no} debe ser inferior a:	La distancia entre las líneas de guarda ¹ , medida a través de la vía en ángulos rectos a la línea de la trocha no debe exceder de-
1	2' - 9 5/8"	2' - 8 3/4"
2	2' - 9 3/4"	2' - 8 5/8"
3 y 4	2' - 9 7/8"	2' - 8 5/8"
5	2' - 10"	2' - 8 1/2"

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Figura 3*Trocha del guarda riel y de la guarda cara*

Nota. Tomado de Directiva N° 01-2007-MTC/14 (2007), Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.8. Situación actual

2.8.1. Ubicación

El estudio se centra en la Ruta Central Andina, una línea ferroviaria de trocha estándar operada por Ferrocarril Central Andino S.A. (FCCA). Con una longitud de aproximadamente 530 km, conecta el Puerto del Callao con las regiones de Junín y Pasco, atravesando zonas geográficas complejas y alcanzando alturas superiores a los 4,800 m s.n.m.

El trayecto recorre localidades clave como Chosica, Matucana, La Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo, y presenta cuellos de botella operativos en tramos críticos como Balta –

Galera – Arapa. Esta vía es estratégica para el transporte de carga minera desde la sierra central hacia el puerto.

Figura 4

Ubicación del área de estudio - Mapa de la ruta Ferroviaria Central Andina



Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A. (2024).

2.8.2. Tiempos de Ciclo Alterado de Vagón Cliente MCP

2.8.2.1. Variables que afectan al ciclo de cada vagón. Se entiende por variables a cada inconveniente, imprevisto, cambio de solicitud, etc. Que pueden presentarse en cualquier etapa del ciclo de cada vagón, esto desencadenaría una serie de demoras en el round-trip.

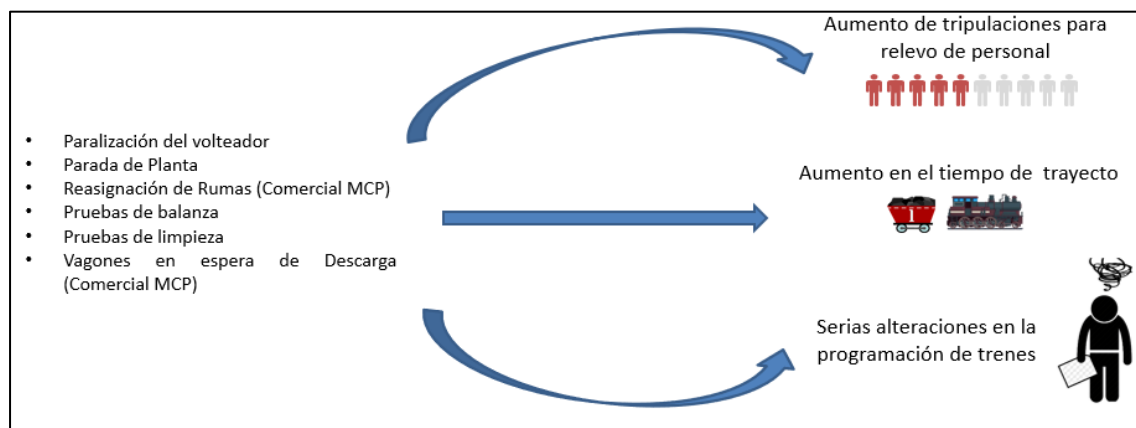
Esta etapa comprende tiempo de recepción de tren y solicitudes del cliente (Chinalco).

Por ejemplo, en Patio Central tenemos:

- Paralización del volteador
- Parada de Planta
- Reasignación de Rumas (Comercial MCP)
- Pruebas de balanza
- Pruebas de limpieza
- Vagones en espera de Descarga (Comercial MCP)

Figura 5

Ciclo del vagón y variables que la afectan



2.8.2.2. Round-trip alterado: Paralización del Volteador (12 Horas). Presenta las siguientes variables:

- Volteador de Patio Central paralizado por 12 horas (06:00 Hrs – 18:00 Hrs).
- Para el inicio de la paralización, se encuentran 16 vagones parqueados en la línea del volteador (escenario real del Domingo 9 de febrero de 2025), los cuales no lograron ser descargados durante el turno madrugada.
- Se va a revisar el caso de un tren con 13 vagones cargados que arriba a las 7:31 Hrs del día de la paralización.

2.8.2.3. Descarga alterada de vagones. Comprende a la descarga de vagones en Patio central durante la paralización del volteador. Esta etapa comprende tiempo de recepción de tren y solicitudes del cliente (Chinalco).

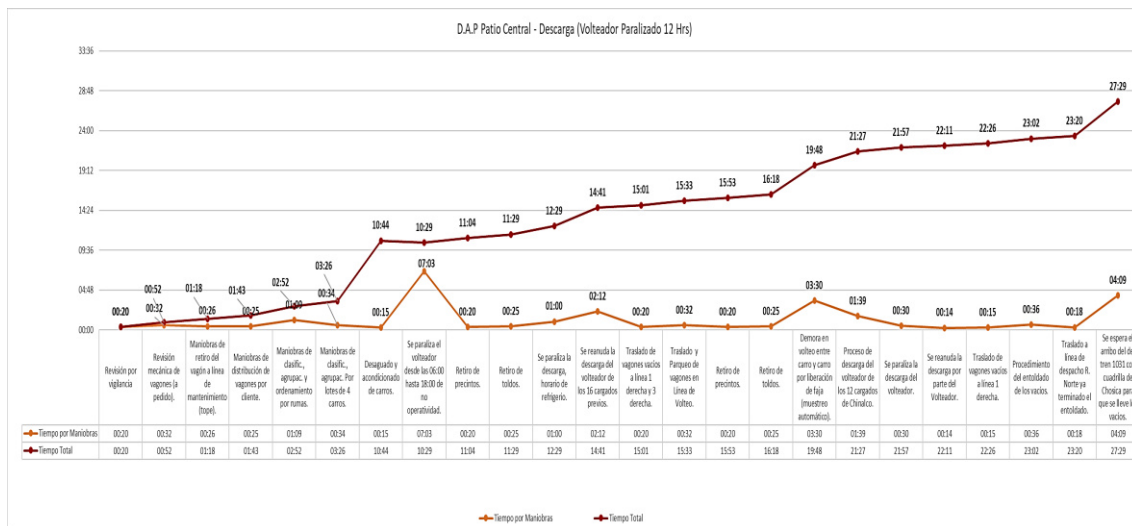
Figura 6

Descarga alterada de vagones



Figura 7

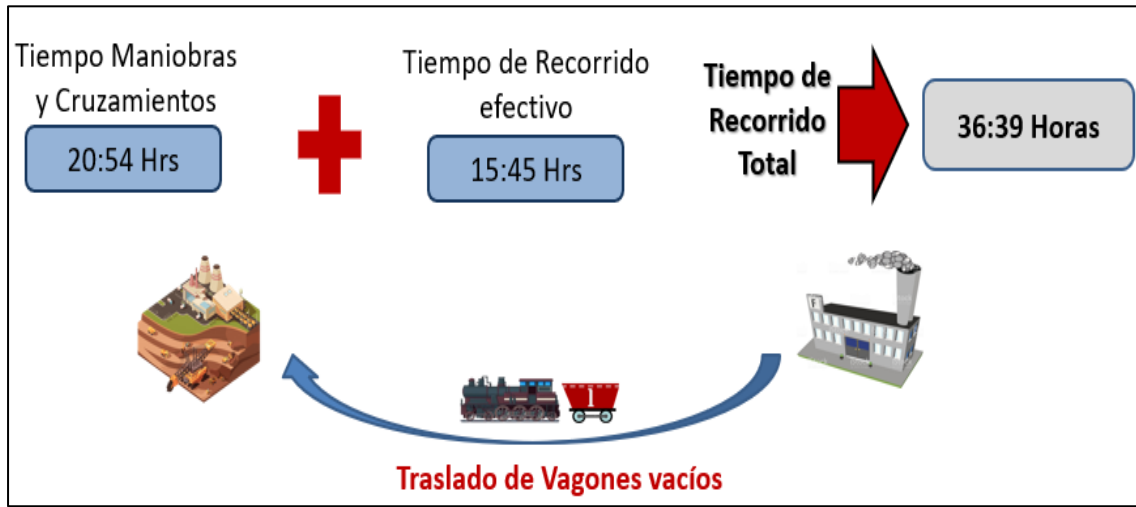
D.A.P - Patio Central (Volteador paralizado 12 Hrs)



2.8.2.4. Traslado de vagones vacíos (Patio Central – Tunshuruco). Esta etapa se refiere al viaje del vagón descargado hacia la instalación de origen.

Figura 8

Traslado de vagones vacíos (Patio Central – Tunshuruco)



Traslado de Vagones Vacíos Patio Central – Tunshuruco (Volteador paralizado 12 Hrs).

Figura 9

Trayecto Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N (Volteador paralizado 12 Hrs)

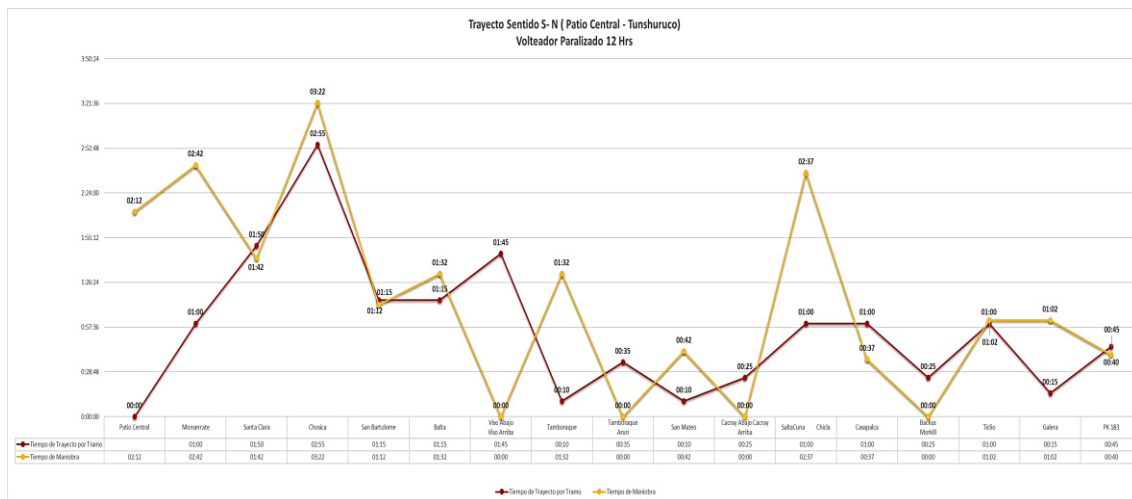
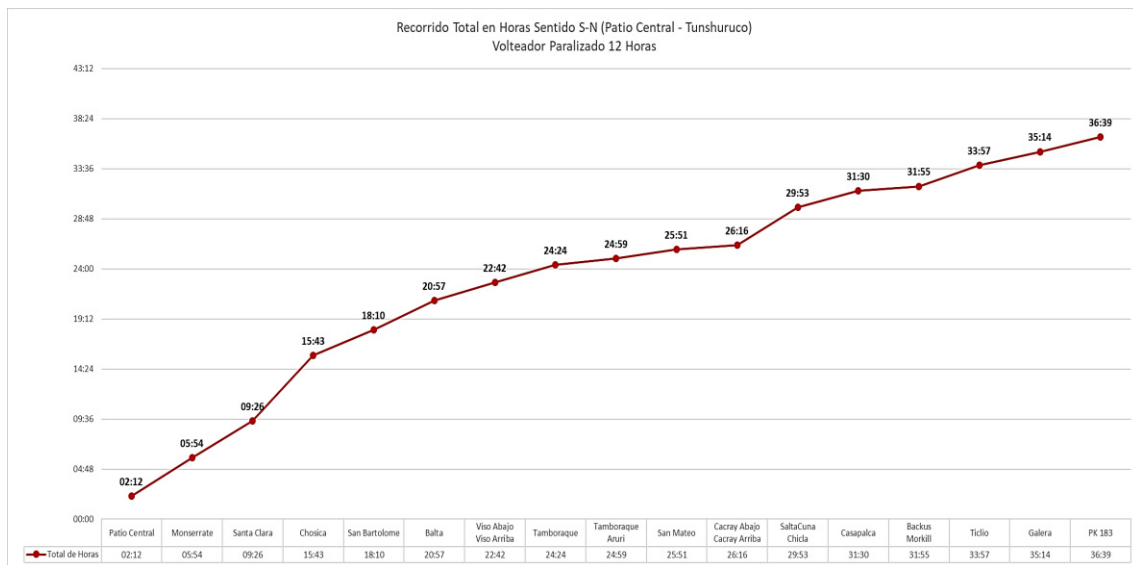


Figura 10

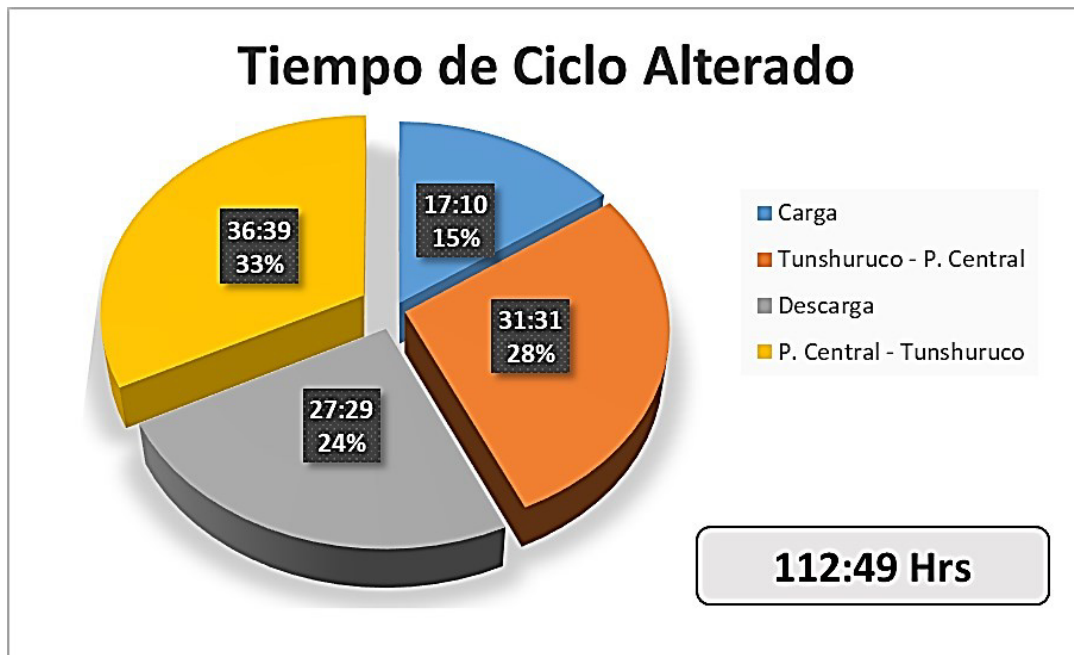
Recorrido Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N (Volteador paralizado 12 Hrs)



2.8.2.5. Round – Trip Alterado. El round-trip alterado presenta un tiempo de ciclo de 112:49 horas, según se muestra en la figura 11.

Figura 11

Tiempo de ciclo alterado



2.8.3. *Tiempos de Ciclo de Vagón Cliente MCP*

2.8.3.1. Tiempo de ciclo MCP. Un ciclo de cada vagón refiere a la carga del mismo con material en planta (Tunshuruco), su traslado hacia el Callao y su retorno ya vacío para ser cargado nuevamente en planta (Tunshuruco). Estos ciclos de envío comprenden cuatro etapas distintas:

Figura 12

Ciclo del MCP



2.8.3.2. Carga de vagones Tunshuruco. Esta etapa comprende a la carga de vagones en Tunshuruco incluyendo el tiempo de maniobras necesarias para ello.

Figura 13

Ciclo de la carga de vagones Tunshuruco

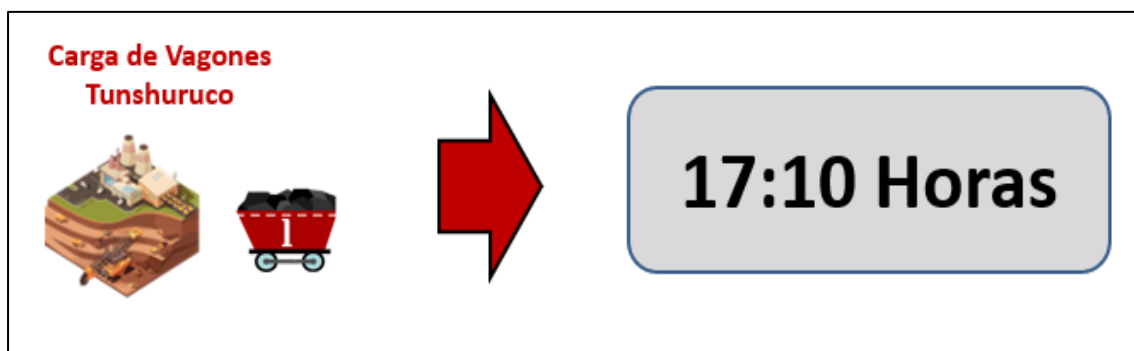
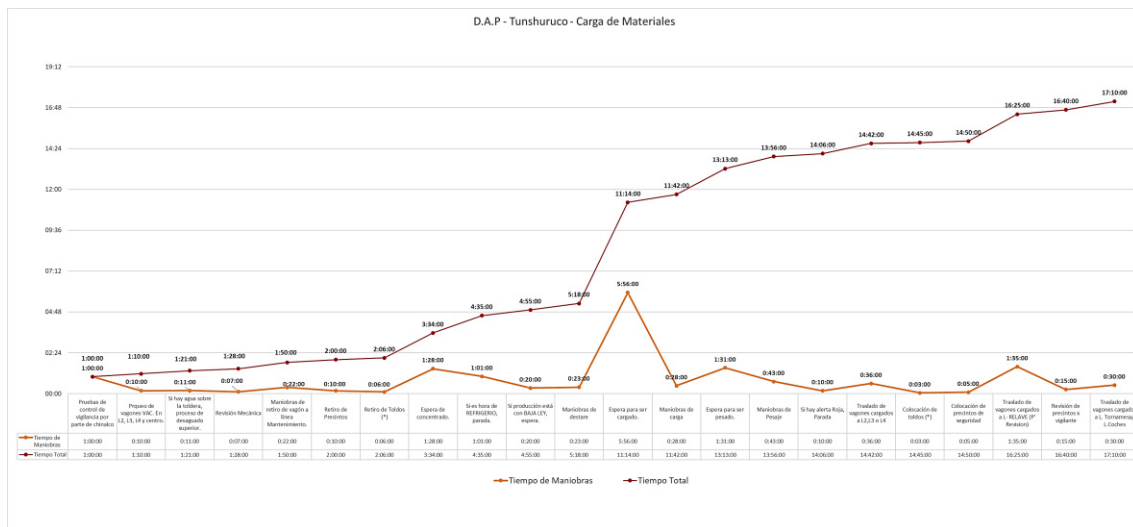


Figura 14

D.A.P Tunshuruco – Carga de materiales



2.8.3.3. Traslado de vagones cargados Tunshuruco – Patio Central. Etapa que comprende al movimiento del Vagón cargado desde Tunshuruco hacia Patio Central. En esta etapa se incluye el tiempo de procedimientos por cada maniobra realizada en el trayecto. Asimismo, se incluye el tiempo de ingreso a APM Terminals-Cajamarquilla para el recojo de insumos para la mina, el cual distorsiona el orden regular del recorrido del tren sumando más de 5 horas a las maniobras.

Figura 15

Ciclo del traslado de vagones cargados Tunshuruco – Patio Central



Figura 16

Trayecto de Tunshuruco – Patio Central, sentido N-S

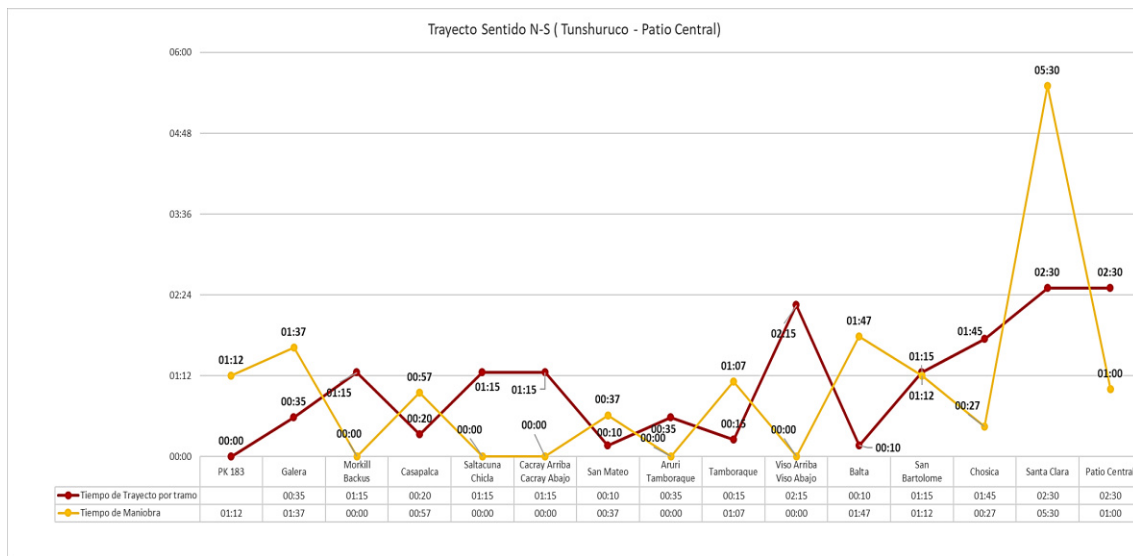
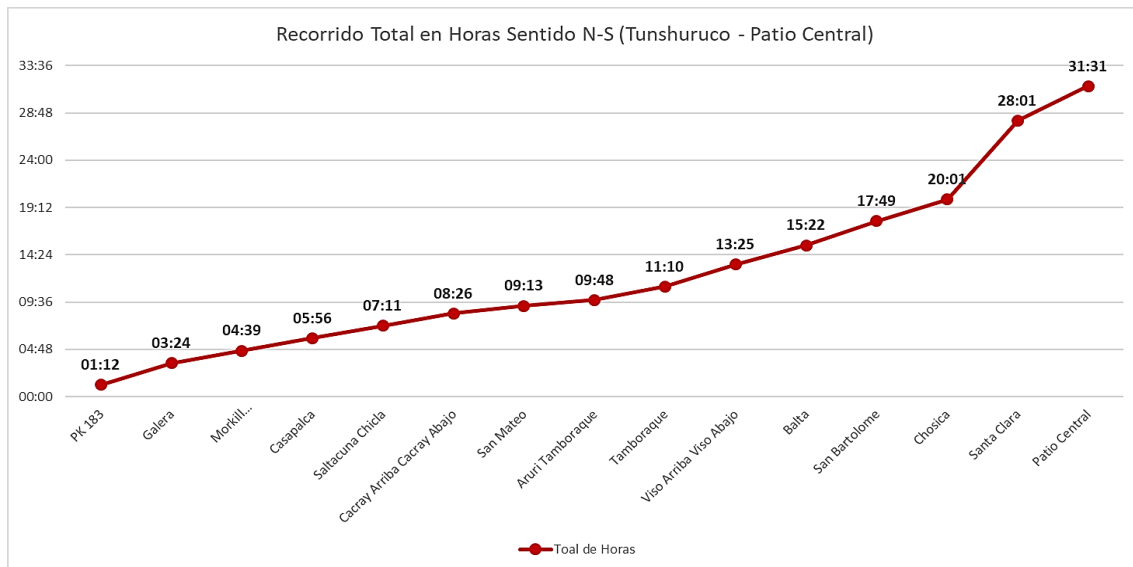


Figura 17

Recorrido total de Tunshuruco – Patio Central, sentido N-S



2.8.3.4. Descarga de vagones. Comprende a la descarga de vagones en Patio central.

Esta etapa comprende tiempo de recepción de tren y solicitudes del cliente (Chinalco).

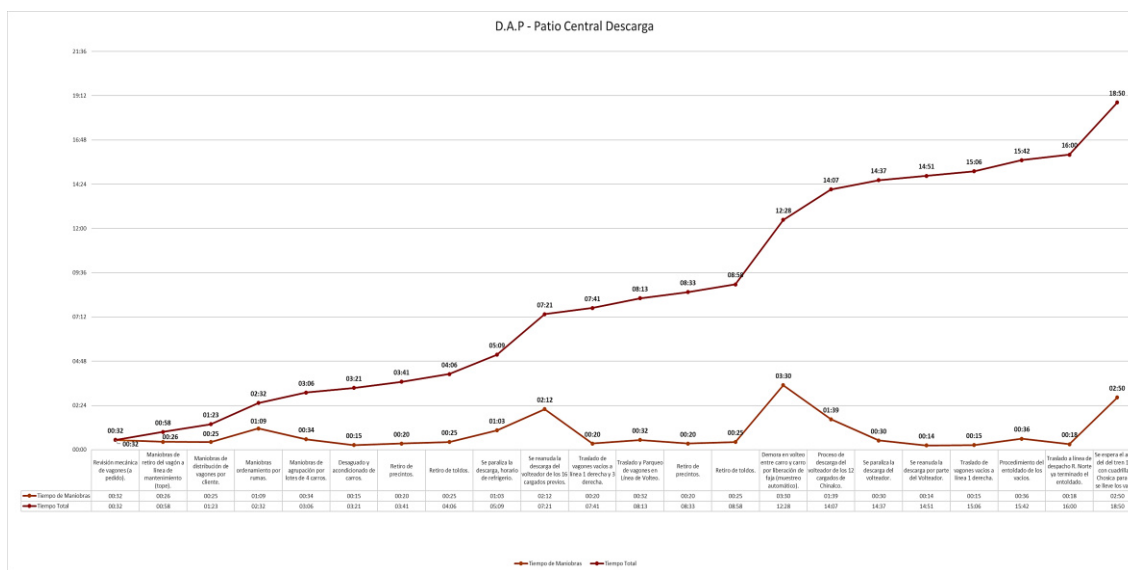
Figura 18

Ciclo de descarga de vagones



Figura 19

D.A.P. Patio central descarga



2.8.3.5. Traslado de vagones vacíos (Patio Central – Tunshuruco). Esta etapa se refiere al viaje del vagón descargado hacia la instalación de origen.

Figura 20

Ciclo del traslado de vagones vacíos

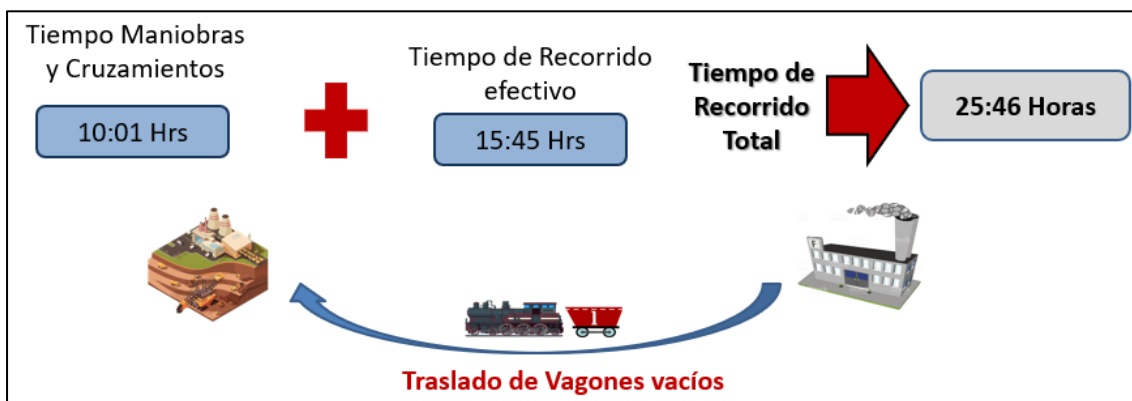


Figura 21

Recorrido del Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N

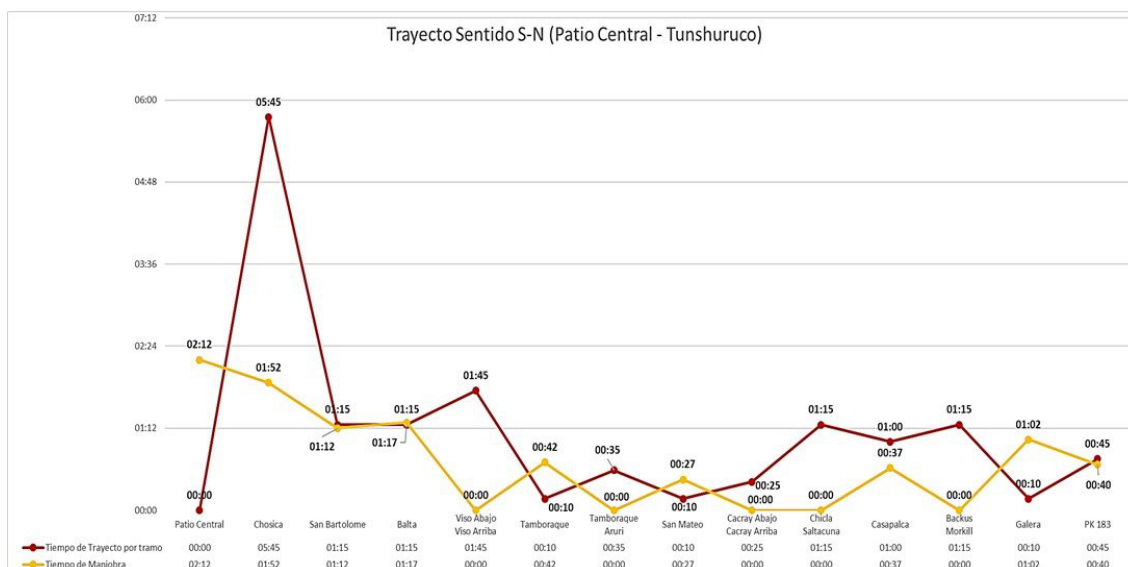
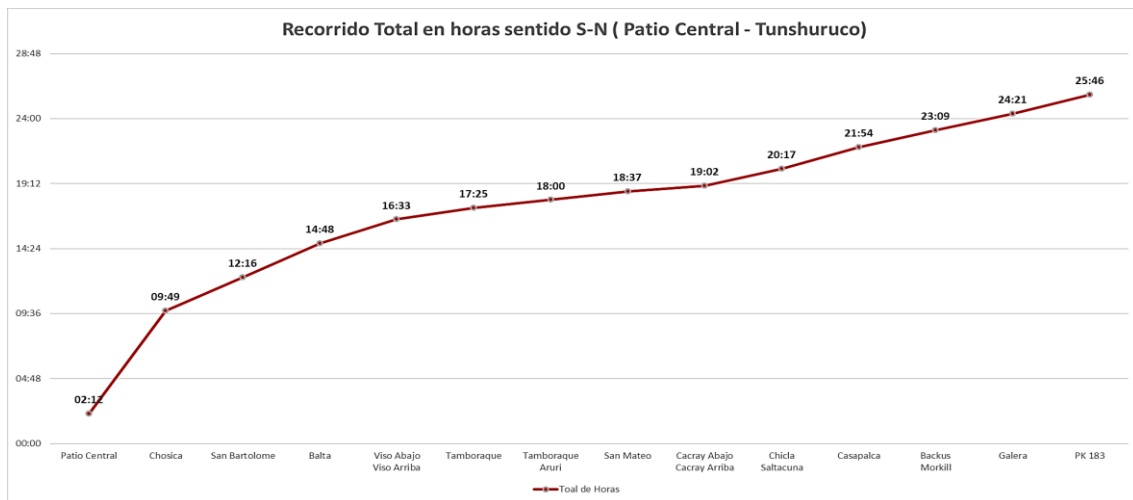


Figura 22

Recorrido Total del Patio Central – Tunshuruco, sentido S-N

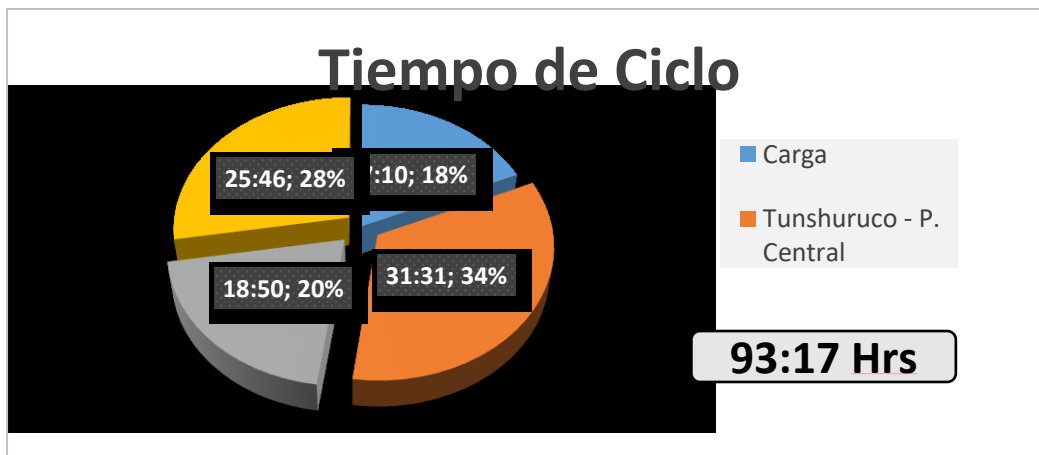


2.8.3.6. Ciclo total de recorrido ideal. El ciclo total de recorrido ideal es de 93:17

horas según se muestra en la figura 23.

Figura 23

Ciclo total del recorrido ideal



2.8. Propuesta de solución

La optimización de la gestión operativa ferroviaria en el ciclo de transporte de vagones en el Patio Tunshuruco del Ferrocarril Central Andino S.A. Se puede lograr a través de una serie de acciones estratégicas que aborden los problemas identificados en la investigación. La

propuesta de solución se estructura en cuatro áreas clave: análisis de tiempos, mejora de la coordinación, estandarización de procesos y gestión de recursos humanos.

Las principales estrategias propuestas para la optimización de las actividades del puesto y la mejora de la eficiencia operativa en el Patio Tunshuruco son las siguientes:

2.8.1. Optimización de la Coordinación y Supervisión Operativa:

- Implementar un sistema de coordinación más eficiente entre las diferentes áreas operativas, asegurando que las maniobras de recepción, distribución, carga, pesaje, y despacho de vagones se realicen de manera sincronizada y sin retrasos innecesarios.
- Fortalecer la supervisión y el control de los procedimientos operativos, con especial atención al cumplimiento de las normativas de seguridad y eficiencia.

2.8.2. Reducción de Tiempos de Ciclo de Vagones:

- Mejorar la eficiencia de las maniobras en cada etapa del ciclo de los vagones, especialmente en el proceso de carga, descarga, y traslado de vagones entre el Patio Tunshuruco y el Patio Central.
- Implementar procedimientos estandarizados y métodos de trabajo ágiles para evitar tiempos de espera innecesarios, especialmente durante las paradas imprevistas y la paralización de equipos como el volteador.

2.8.3. Gestión Eficiente de Variables que Afectan los Ciclos:

- Establecer un protocolo para la rápida resolución de imprevistos que puedan interrumpir el ciclo del vagón, como la paralización de equipos, paradas en la planta o la reasignación de rumas.
- Utilizar herramientas de monitoreo en tiempo real para detectar problemas con anticipación y tomar medidas correctivas antes de que afecten el ciclo total de transporte.

2.8.4. Mejoras en la Infraestructura y Equipos:

- Proponer mejoras en la infraestructura de los patios de maniobras, como la optimización de la disposición de los equipos de carga y descarga, para agilizar los tiempos de operación.
- Invertir en la actualización y el mantenimiento de los equipos, incluyendo el volteador y las grúas, para reducir el tiempo de inactividad y las paradas imprevistas.

2.8.5. Capacitación y Supervisión del Personal:

- Fortalecer la formación del personal operativo en las mejores prácticas de seguridad, eficiencia en las maniobras, y manejo de imprevistos, para mejorar su desempeño en situaciones críticas.
- Asegurar que todos los empleados reciban capacitación continua en procedimientos de trabajo, especialmente en tareas no rutinarias o nuevas.

2.8.6. Optimización del Uso de Recursos:

- Controlar y reducir los costos asociados a los desplazamientos del personal y al consumo de combustible, mejorando la planificación y programación de los recursos de manera que se minimicen los tiempos de espera y los cruces innecesarios de trenes.
- Analizar el uso de tripulaciones y optimizar su distribución para evitar que se generen demoras por falta de personal o mal uso de los recursos humanos.

2.8.7. Implementación de Tecnología de Monitoreo y Control:

- Introducir tecnologías de monitoreo para seguir el progreso de los vagones en tiempo real, lo que permitiría una mejor planificación y resolución de problemas durante el ciclo de transporte.

- Incorporar un sistema de seguimiento de los tiempos de ciclo que permita detectar variaciones y analizar su impacto en los costos y la eficiencia operativa.

2.8.8. Mejoras en la Programación y Sincronización de Trenes:

- Mejorar la programación de los trenes para evitar sobrecargas de trabajo en los patios de maniobras, como en el caso del Patio Central, y reducir los tiempos de espera generados por cruzamientos y otras operaciones logísticas.

2.8.9. Control de Incidentes y Emergencias:

- Establecer procedimientos más ágiles para la gestión de emergencias y la resolución de incidentes, minimizando su impacto en la operación general y asegurando que las decisiones sean tomadas de forma oportuna.

2.8.10. Mejoras en la Comunicación y Reportes:

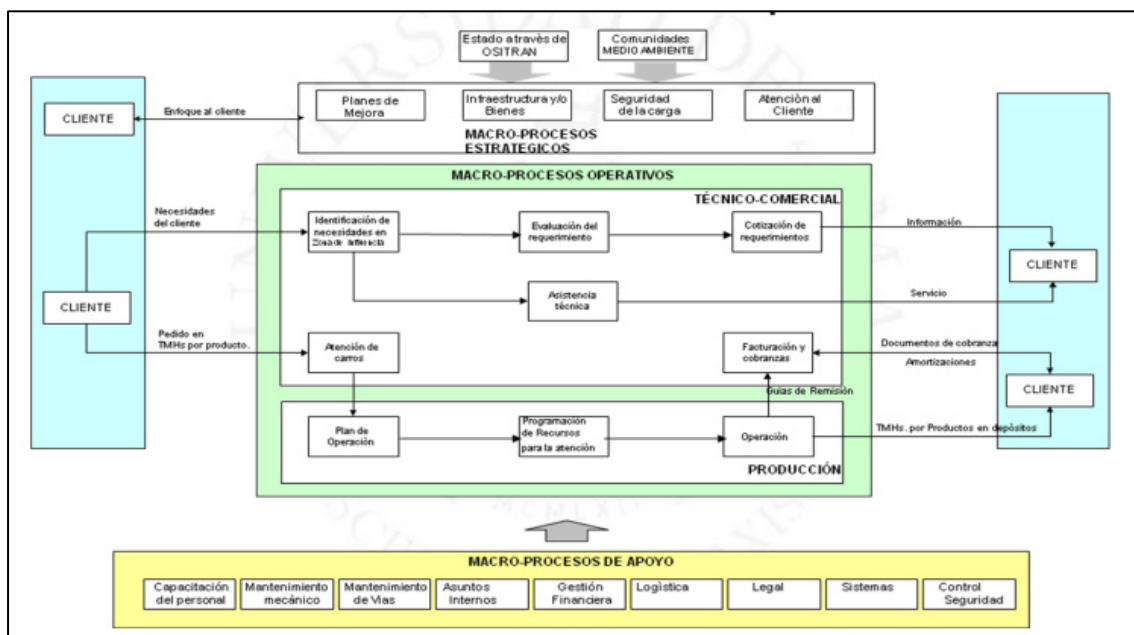
- Asegurar una comunicación clara y constante con la Gerencia de Operaciones, reportando incidentes y avances de forma regular y eficaz, para garantizar que se tomen decisiones informadas y se actúe rápidamente ante cualquier eventualidad.

2.9. Aplicación de Herramienta de Gestión por Procesos

La Gestión por Procesos es una metodología que permite identificar, documentar, analizar y optimizar los procesos clave dentro de una organización. En el contexto del transporte ferroviario de carga en la Ruta Central Andina, su aplicación tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia operativa mediante la definición clara de roles, responsabilidades y límites de cada etapa del proceso logístico.

Figura 24

Diagramas de los procedimientos



2.9.1. Diagnóstico del Proceso Actual

Se identificaron deficiencias en la gestión operativa, tales como:

- Ambigüedad en la responsabilidad de tareas entre áreas (tráfico, mantenimiento, operaciones).
- Falta de indicadores de gestión por cada etapa del proceso.
- Descoordinación en las maniobras ferroviarias y en la programación de trenes.

2.9.2. Rediseño del Proceso Operativo

Mediante la herramienta de Gestión por Procesos se propuso:

- Mapeo del proceso de transporte desde la recepción del pedido hasta la entrega final, incluyendo maniobras, despacho, viaje, arribo y descarga.
- Asignación de responsables por actividad, estableciendo límites funcionales y puntos de control.
- Elaboración de flujogramas operativos y manuales de procedimiento por cada subproceso.

2.9.3. *Beneficios Esperados*

La implementación de esta herramienta busca lograr:

- Reducción de tiempos muertos y cuellos de botella operativos.
- Incremento de la rotación de trenes a través de una operación más fluida y sincronizada.
- Cumplimiento del tiempo de entrega contractual de 2 días.
- Mayor trazabilidad de la operación mediante indicadores clave de desempeño (KPIs).

El ciclo comercial de atención al cliente, comienza con la identificación de las necesidades del cliente, realizada a través de las visitas del representante comercial. Como parte de la estrategia de ventas, se ofrece al cliente una evaluación de sus requerimientos de transporte y la asistencia técnica necesaria para definir la modalidad de despacho, ya sea desde la planta del cliente (construcción de un ramal hacia la concentradora) o desde un punto cercano a la vía principal (embarcadero). Tras concretarse el cierre de ventas, se genera el requerimiento de transporte, que incluye las toneladas a transportar, el período de atención, el depósito de destino, entre otros. Una vez definido este requerimiento, el área comercial solicita a operaciones la atención correspondiente mediante un pedido de carros. Esto da inicio a la etapa de producción, que comienza con la elaboración del Plan de Operación, seguido de la programación de los recursos necesarios para llevar a cabo todo el proceso operativo.

Tabla 10

Ciclo comercial de atención al cliente

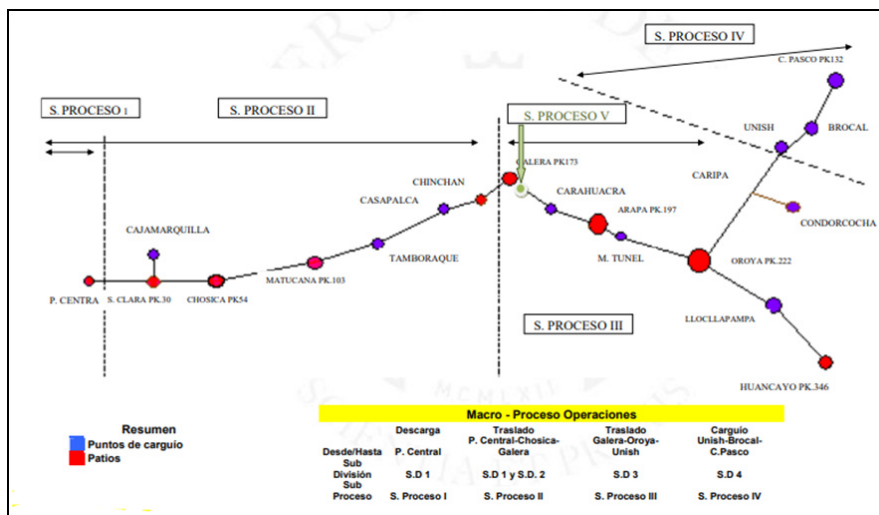
N°	Proceso	Descripción breve
1	Estacionamiento de carros vacíos	Los carros vacíos se estacionan en la unidad de carguío.
2	Carguío de carros	Los carros vacíos son cargados con el producto.
3	Pesaje en estación intermedia	Se realiza el pesaje preliminar en una estación intermedia.

N°	Proceso	Descripción breve
4	Transporte a estación destino	Se trasladan los carros cargados hacia la estación destino.
5	Pesaje en estación destino	Se verifica el peso al llegar a destino para validar la carga transportada.
6	Descarga en depósito o refinería	El producto es descargado en el lugar de destino final (depósito/refinería).
7	Transporte de carros vacíos	Los carros vacíos se trasladan nuevamente hacia la unidad de carguío.

El Macro Proceso Operativo del tramo ferroviario se dividió en cinco sectores, cada uno con un responsable y sus propias actividades, indicadores, presupuesto, clientes y recursos, lo que facilita el control del sistema. Con la incorporación de Minera Chinalco como nuevo cliente, se creó un quinto sector dedicado a su atención, con personal contratado y capacitado bajo la supervisión de la Jefatura y Gerencia de Operaciones.

Figura 25

Mapa de los 5 Sectores operativos FCCA



Sector 1: Recepción y Distribución de Vagones en Patio Tunshuruco
 Este sector comienza con la llegada de los trenes al Patio Tunshuruco, donde se realiza la recepción de los vagones cargados o vacíos. Incluye la coordinación con la supervisión del ferrocarril y de la empresa MCP para garantizar la correcta distribución de los vagones, tanto vacíos como cargados, hacia las áreas correspondientes. Además, se coordina el despacho de

los vagones vacíos para ser cargados nuevamente, asegurando una fluidez continua en las operaciones.

Figura 26

Capacidad de carga del Ferrocarril



Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C. (2024).

Sector 2: Carguío y Descarguío de Materiales en Patio Tunshuruco. Este sector abarca las maniobras de carguío y descarguío de materiales en Patio Tunshuruco. Incluye el carguío de concentrado, cal, combustibles, y otros materiales, así como el descarguío de insumos para la planta. La coordinación con la supervisión del ferrocarril es esencial para el cumplimiento de los tiempos y el orden en las operaciones, garantizando que los materiales

sean procesados y despachados de acuerdo a las necesidades de la empresa MCP y otros clientes.

Sector 3: Supervisión de Maniobras y Mantenimiento de Vías en Patio Tunshuruco
Este sector se dedica a las maniobras de inspección y mantenimiento de las vías férreas en Patio Tunshuruco, y la supervisión de las unidades ferroviarias. Incluye la coordinación con la supervisión de mantenimiento de vías y el técnico mecánico asignado a MCP. Se velará por el correcto funcionamiento de las vías y equipos para garantizar la seguridad y eficiencia en la operativa ferroviaria. Además, se supervisan las maniobras de entoldado y desentoldado de los vagones, y la seguridad en las operaciones.

Sector 4: Coordinación de Ciclos Operacionales de Vagones entre Patio Tunshuruco y Otros Patios.

Este sector se enfoca en la coordinación de los ciclos operacionales de los vagones entre Patio Tunshuruco y otros patios como Patio Central y Cerro de Pasco. La supervisión de MCP juega un papel crucial en la coordinación para el envío y la recepción de los trenes. Las operaciones incluyen el transporte de vagones cargados hacia diferentes destinos y la devolución de los vagones vacíos. Se gestiona la rotación de los vagones de manera eficiente para minimizar tiempos de espera y maximizar la productividad.

Sector 5: Coordinación y Supervisión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en Patio Tunshuruco.

Este sector está dedicado a la coordinación con el Supervisor de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSOMA) para garantizar que todas las operaciones en Patio Tunshuruco se realicen conforme a las normativas de seguridad y salud establecidas tanto por el ferrocarril como por la empresa MCP. Incluye la implementación de procedimientos de trabajo seguros, la investigación de accidentes e incidentes, y el seguimiento a las acciones correctivas necesarias para evitar riesgos en el área operativa.

Este Sector cuenta con su propio Supervisor Responsable, que reporta directamente a la Jefatura y Gerencia de Operaciones.

Figura 27

Diagrama SIPOC Elementos por Proceso Operativo

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Tabla 11

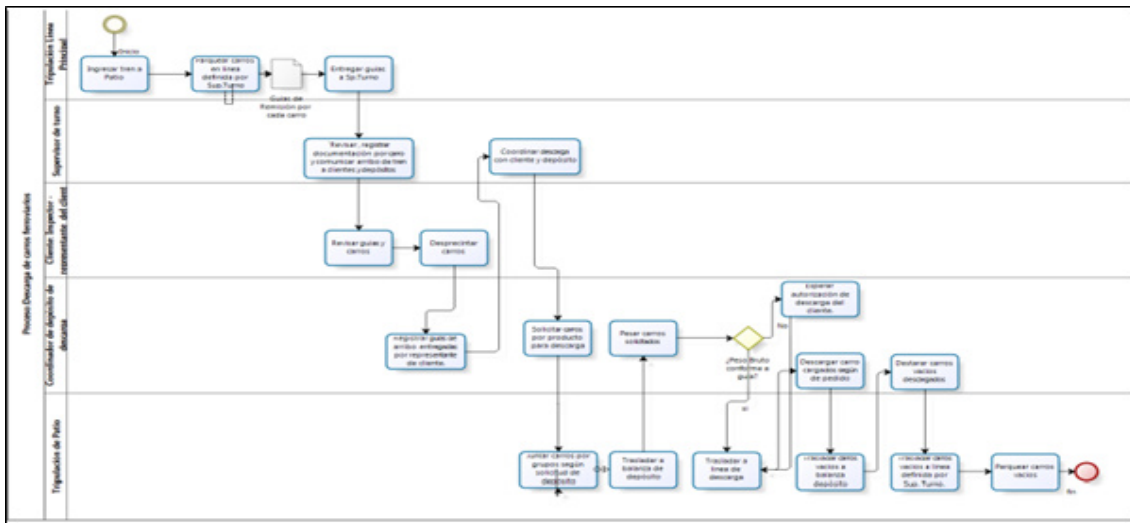
Diagrama Sipoc Elementos por Proceso Operativo FCCA.

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Comercial	- Orden de pedido de carros (registro) - Por cliente / producto / destino	A) Parquear carros vacíos en unidad de carguío	- Control de atención (día/cliente)	Comercial
Cliente	- Guía de remisión (peso origen y % de humedad origen) - Precinto de seguridad por carro	B) Cargar carros C) Transportar carros a estación intermedia D) Pesar en estación intermedia	- Guía de remisión (peso origen y % de humedad origen) - Precinto de seguridad del carro	Cliente
Centro de control de vía	- Autorización de uso de vía - Boletín de vía	E) Transportar carros a estación final F) Pesar carros en estación final	- Formato D12 de control de locomotora	Mecánica
Sistemas				

Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C.

Figura 28

Diagrama de Flujo del Proceso Operativo Descarga de carros en Patio Central FCCA



Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C. (2022).

Figura 29

Diagrama IPER del Proceso Operativo FCCA

F.C. CENTRAL ANDINO S.A.
 La experiencia que todos en su vida...
 viene en tren o ferrocarril.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS LABORALES

PROCESO: Macro Proceso Operativo
 SUB PROCESO: Descarga de carbón en Condorcocha
 SECTOR RESPONSABLE: SECTOR 3
 GO.F.CCA

		CRITICIDAD DE LA TAREA (mayor VEP)	
S	F	VEP	Criticidad
3	4	12	Alta criticidad

ACTIVIDAD	PELIGRO	TIPO DE PELIGRO	RIESGO ASOCIADO	COMPORTAMIENTO SEGURO	AFECTACIÓN				S	F	VEP	Criticidad
					PERSONA	INSTALACIÓN	EQUIPO MAQUINARIA HERRAMIENTA	MEDIO AMBIENTE				
1.- Uso del EPP.	Uso incorrecto del EPP	Ergonómicos	Lumbalgias/enfermedades respiratorias	Usar fajas lumbares/respirador permanentemente /Arnés de seguridad	X				3	4	12	Alta criticidad
2.- Colocar la bandera azul	Choque de vagones	Mecánicos	Fracturas , contusiones por caídas	Colocar entre rieles la bandera azul	X				3	4	12	Alta criticidad
3.- Quitar la toldera	Trabajo en altura	Locativos	Contusiones, fracturas por caídas	Utilizar el arnés de seguridad	X			X	3	3	9	Alta criticidad
3.- Descargar el hopper	Trabajo en altura	Locativos	Fracturas por caídas	Usar el arnés de seguridad correctamente	X				3	3	9	Alta criticidad
4.-Limpiar estructura de hopper	Particulado en el ambiente	físico	Enfermedades respiratorias	Limpiar con escoba toda la estructura	X			X	3	2	6	Moderada criticidad


CRITERIO DE TIPO DE PELIGRO
 I.-Mecánico II.-Locativo III.-Eléctrico IV.-Físico V.-Físico
 VI.-Químico VII.-Biológico VIII.-Ergonómico IX.-Psicosocial

APROBADO POR EL RESPONSABLE DEL PROCESO	FIRMA	FECHA
---	-------	-------

Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C. (2022) [Documento interno no publicado].

Figura 30

Ficha de Proceso Operativo FCCA.: proceso de descarga

	FICHA DE PROCESOS OPERATIVOS		CODIGO:
	PROCESO Descarga de carros en Depósito o Refinería		FECHA:
OBJETIVO O MISION DEL PROCESO Asegurar la entrega óptima cumpliendo los lineamientos de Calidad y Peso de la carga Transportada		RESPONSABLE O PROPIETARIO Supervisor Responsable de Sector	
Entradas: Carro cargado con producto en TMHs según Orden de Pedido por cliente y producto Comienza: Pesaje carro en balanza de depósito Incluye: Lavado de carros en depósito. Termina: Destare de carro vacío en depósito de descarga Salidas: Carros Vacíos y lavado en el depósito de descarga			
SEGUIMIENTO DEL PROCESO			
INDICADOR % de variación de Peso Final Entregado en punto de Descarga $\frac{[\text{Peso Origen pto.carguio} - \text{Peso final pto descarga}] \times 100\%}{\text{Peso Origen pto carguio}}$	CONTROL Margen permisible (menor a 0.5% del Peso Neto)	FORMATOS/REGISTROS Registro de balanza	
¿QUIEN? La descarga se realiza en presencia del cliente y FCCA, siguiendo los lineamientos de seguridad y calidad	¿CUANDO? Diario	¿COMO? En informe documentario	

Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C. (2022) [Documento interno no publicado].

2.9.4. Aplicación de la Teoría de las Limitaciones (Cuello de Botella)

Partiendo de la teoría de las limitaciones, se identificó el cuello de botella actual, que nos permite señalar el punto de inicio para abordar el problema principal, es decir, el sector crítico.

A lo largo de mi experiencia en el área operativa de Ferrocarril Central Andino S.A. (FCCA), considero que esta herramienta de gestión es una de las más relevantes en el proceso de mejora continua. Al respecto, cito el siguiente extracto:

"Integrando Lean, Seis Sigma y la Teoría de las Limitaciones, utilizando los componentes adecuados de cada uno de estos enfoques para aumentar y mantener la velocidad de la empresa, lo que sintetiza el impacto significativo que puede tener su implementación en cualquier organización de producción o servicios" (Jacob et al., 2010, p. 355).

Los pasos seguidos para implementar esta teoría fueron:

Elevar o Eliminar la Restricción

El concepto de "elevar o eliminar la restricción" es parte de la Teoría de las Restricciones (TOC), una metodología de gestión desarrollada por Eliyahu Goldratt. Esta teoría se centra en identificar y gestionar las restricciones (limitaciones) dentro de un proceso para mejorar su rendimiento general. Aplicado a un sistema o proceso, esto implica:

- **Identificar la restricción:** Determinar qué parte del sistema está limitando la capacidad de todo el proceso. Esto puede ser una máquina, un recurso humano, un procedimiento, o incluso una política.
- **Explotar la restricción:** Asegurarse de que la restricción esté siendo utilizada de la manera más eficiente posible, maximizando su rendimiento sin hacer inversiones adicionales.
- **Subordinar el resto del sistema a la restricción:** Ajustar las demás partes del proceso para que trabajen a la velocidad o capacidad de la restricción, asegurando que no se produzcan cuellos de botella adicionales.
- **Elevar la restricción:** Esto implica tomar acciones para eliminar o mitigar la restricción, incrementando su capacidad. Puede incluir:
 - ✓ Invertir en recursos adicionales (nuevas máquinas, personal adicional, etc.).
 - ✓ Mejorar procesos para hacerlos más eficientes.
 - ✓ Cambiar la estrategia operativa.
- **Repetir el proceso:** Una vez que se ha resuelto la restricción, se identifica la siguiente restricción en el sistema y se repite el proceso de mejora.

Tabla 12

Restricciones en locomotoras y demoras en patios limitan el transporte eficiente del tonelaje producido.

Mes	Tiempos de Viaje (días)	Tiempos de Viaje Efectivo (días)	Tiempo de Patios (días)	Locomotoras Disponibles en Sector Cuello de Botella	Tonelaje Mensual Producido
Abril	3.5	1.89	1.58	4	120,767
Mayo	2.9	1.40	1.50	4	155,432
Junio	2.7	1.05	1.69	4	145,097
Julio	2.9	1.10	1.82	4	160,028
Enero	2.4	1.51	0.89	6	183,720

El análisis muestra que los tiempos de patio están directamente relacionados con la disponibilidad de locomotoras en el sector cuello de botella. Además, este análisis se complementa con el cumplimiento del presupuesto de ventas, evidenciando la necesidad de ajustar los recursos operativos para asegurar la fluidez del proceso y evitar la acumulación de carga.

Aplicación del Sistema de flujo caudal TOC

Teoría de Limitaciones: transporte rumbo norte y sur. Situación con 4 locomotoras en el tramo crítico.

2.9.5. Aplicación de Lean Manufacturing

Identificación de la Propuesta de Valor que Entregamos a Nuestros Clientes para Minimizar Actividades que No Agregan Valor.

En el diagrama de actividades del proceso, se representan los tiempos de las actividades desde la salida del tren con carros cargados hasta su llegada al destino en Patio Central – Callao. Este diagrama distingue entre las actividades que agregan valor (es decir, aquellas en las que el carro está en movimiento hacia el destino) y las que no agregan valor (actividades en las que

el carro está detenido esperando sin movimiento). Los resultados se resumen de la siguiente manera:

- Tiempo de Viaje Total: 3.1 días
- Tiempo de Actividades que Agregan Valor: 1.6 días
- Tiempo de Demoras y Esperas en Patios: 1.5 días (No Agregan Valor)

Este análisis tiene como objetivo aplicar herramientas Lean para reducir los desperdicios, es decir, actividades que causan demoras y esperas (consumiendo recursos, tiempo, dinero, y energía, pero sin aportar valor al proceso). Las mejoras identificadas para reducir estos tiempos de espera incluyen:

- Espera por relevos de personal: Se implementaron hospedajes en estaciones intermedias como Casapalca y Matucana, permitiendo el descanso del personal sin necesidad de traslados hasta Chosica o La Oroya al final de su jornada.
- Demoras por cambio de locomotoras: Se implementaron locomotoras flexibles C39 modificadas para toda la ruta, eliminando la necesidad de realizar cambios de locomotoras por tramos.

Estas acciones contribuyen a minimizar los tiempos no productivos y mejorar la eficiencia operativa, alineándose con los principios de Lean Manufacturing para aumentar el valor entregado al cliente.

Figura 31

Diagrama de actividades por proceso FCCA.

F.C. CENTRAL ANDINO S.A.				
CURSOGRAMA DE ACTIVIDADES EN PROCESO (SIAP)				
ESTADO ACTUAL				
DIAGRAMA N° 10	HOJA N°1	Elab por George Pérez M.	ACTIVIDAD	T (acum.) días
PCRO - PROCESO	Producción Movimiento de Trenes			1.61
PROCESO	Operación			1.45
Serie	Carros Transportados Mayo			
N°	DESCRIPCION	gaseado		
Sub-Proceso				
1	Carro y Plancha de carro a Urua	30		A
2	Carro para turno de carga		120	B
3	Cargar, embalar y documentación	30		B
4	Maniobras por control de carro	30		B
5	Carro por maniobras control de unidades de coches		20	B
6	Carro de maniobras control de unidades de coches		320	C
7	Carro con Urua hacia estación intermedia (LA Urua)	330		C
8	Carro de carro en patio Urua	30		C
9	Carro en La Urua a pasaje		220	D
10	Carro en pasaje a estación intermedia	30		D
11	Carro de maniobras Mito de Alameda	30		D
12	Carro de tren para el sur según armante	30		E
13	Carro con Puente de aire		20	E
14	Carro con La Urua - Ayacucho	30		E
15	Carro de carro en línea Ayacucho	30		E
16	Carro en ayacucho a continuación de salida		200	E
17	Carro o tren de tren que continúa viaje	30		E
18	Carro de tren con Puente de aire		20	E
19	Carro con Ayacucho - Cuzco	100		E
20	Carro de carro en línea Ayacucho - Cuzco	30		E
21	Carro de carro en línea Ayacucho - Cuzco	30		E
22	Carro de tren para el sur según armante	30		E
23	Carro de Cuzco, SUR Puente de aire		20	E
24	Carro de tren Cuzco - Matucana	300		E
25	Carro de carro en línea Cuzco - Matucana	30		E
26	Carro de carro en línea Cuzco - Matucana	30		E
27	Carro de tren para el sur y norte según armante	30		E
28	Carro de Matucana, SUR Puente de aire		20	E
29	Carro de tren Matucana - Urcubamba	120		E
30	Carro de carro en línea Urcubamba - Chicla	30		E
31	Carro de locomotora por cambio de personal pro locomotora		200	E
32	Carro de tren para el sur según armante	30		E
33	Carro de Chicla a tren Puente de aire		20	E
34	Carro de tren Chicla - Puno Central	120		E
35	Carro de carro en Puno FCCA, Cuzco	30		E
36	Carro de tren para pasaje			E
37	Carro para descarga en Puno Central (almacenaje)			G
38	Carro en Pasaje destino			G
39	Carro de carro en Puno FCCA			H
40	Carro de tren con carro			H
41	Carro de tren para tren con Puente de aire según procedimiento			H
42	Carro de tren hacia Unidad de Carga			H
43	Carro de tren hacia Unidad de Carga			H
TOTAL DE CARROS (MAYO)		1540	220	2000
TOTAL DE CARROS		14	02	150
TOTAL DE CARROS (MAYO)				3.3

Nota. Tomado de Ferrocarril Central Andino S.A.C. (2022) [Documento interno no publicado].

Flujo Continuo de Actividades por Proceso (Flujo Celular)

El método operativo actual genera acumulación de patios debido a la espera de la llegada o disponibilidad de locomotoras y/o personal, especialmente debido a los cambios de locomotoras que sólo se ajustan a ciertos tramos, condicionado por factores como la altitud, ancho de túneles, capacidad de puentes, tipo de rieles y zig-zags en la ruta. Esta situación resultaba en una operación desorganizada, lo que originaba la acumulación de carros cargados y vacíos en los patios de maniobras (stocks), generando demoras y afectando la confiabilidad y disponibilidad de locomotoras, así como esperas por relevos de personal. Para resolver esta problemática, se implementó un flujo continuo de actividades por proceso y por locomotora, con el fin de identificar y minimizar los tiempos de demora y espera. Se determinaron los

tiempos estándar de viaje efectivo y los tiempos en patios (definidos como “trenes horarios”) para cada sector operativo, lo que permitió una mejor coordinación y un flujo más ordenado de las operaciones.

2.9.6. Programa de Capacitación de Personal Operativo

Como parte de la mejora operativa, se implementó un programa de capacitación para el personal operativo, que incluye Brequeros, Maquinistas y Jefes de Tren, en convenio con Cetemin, con 2 convocatorias anuales. Esta iniciativa permitió aumentar la disponibilidad del personal en un 50% hasta la fecha. Sin embargo, a pesar de este avance, el porcentaje de deserción sigue siendo alto debido a la política salarial de la compañía.

2.9.7. Charlas e Inspección de Ruta y Optimización (OPT) en Ferrocarril Central Andino S.A.

Charlas: En Ferrocarril Central Andino S.A., las charlas operativas son esenciales para asegurar la seguridad y el buen desempeño de las operaciones ferroviarias. Estas charlas incluyen:

- Procedimientos de seguridad en la operación ferroviaria, incluyendo el manejo de carga y el control de vagones.
- Protocolos para la actuación ante incidentes o emergencias, garantizando la protección de los trabajadores y las instalaciones.
- Capacitación sobre el uso adecuado de los equipos ferroviarios y vehículos asociados, como locomotoras, carros de carga y plataformas de descarga.
- Actualización de normativas internas y regulaciones externas del transporte ferroviario que impactan las operaciones de la empresa.

Inspección de Ruta: Las inspecciones de ruta son fundamentales para mantener la seguridad y eficiencia en las operaciones ferroviarias. Estas incluyen:

- Revisión de la infraestructura ferroviaria, como vías, señales, puentes, y estaciones, para asegurar su buen estado y la ausencia de fallas que puedan afectar el tránsito.
- Inspección de posibles riesgos en la ruta, tales como obstáculos, condiciones climáticas adversas, y fallas en los sistemas de señalización o comunicación.
- Evaluación de los puntos críticos en las rutas ferroviarias, como zonas de alta carga, cruces peligrosos, y áreas de alto tráfico, para mejorar la planificación y optimización de los recorridos.
- Supervisión del cumplimiento de las normas de tránsito ferroviario y seguridad, asegurando que todo el personal cumpla con las pautas operativas establecidas.

Optimización (OPT): La optimización de las operaciones en Ferrocarril Central Andino S.A. se enfoca en mejorar la eficiencia, reducir tiempos muertos y maximizar el uso de recursos. Las acciones incluyen:

- Análisis de los tiempos de tránsito y las rutas utilizadas por los trenes, con el fin de identificar las más rápidas y seguras para cada tipo de carga.
- Optimización del proceso de carguío y descarguío, mejorando la coordinación con los clientes (como Nexa Cajamarquilla, Chinalco, entre otros) para reducir los tiempos de espera y maximizar la capacidad de carga de los trenes.
- Implementación de tecnología avanzada en el monitoreo de trenes, como sistemas GPS y plataformas de gestión en tiempo real, para mejorar la visibilidad y el control de las operaciones.
- Evaluación y ajuste continuo de los procedimientos operativos, buscando la mejora en los flujos de trabajo y la reducción de costos operativos, sin comprometer la seguridad o la calidad del servicio.

Figura 32

Charlas e Inspección de Ruta y Optimización (OPT) en Ferrocarril Central Andino S.A.

REGISTRO DE ASISTENCIA A INDUCCION, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y/O SIMULACROS

Nº 036164

TIPO:
 CHARLA CURSO INSTRUCCIÓN OPERATIVA/ ENTRENAMIENTO PRACTICA / SIMULACRO REUNIÓN

TEMA(S):
 1. Prueba de dispositivo telefónico de retroguardia
 2.

EMPRESA: FCCO DOMICILIO: Av. Condonante 621 RUC: 20132848114

ACTIVIDAD ECONOMICA: TRANSPORTE BASE/LUGAR: Pstio. Grau DEPARTAMENTO/ SECCION: Operación

EMPRESA CAPACITADORA: FCCO TIPO DE SESION: VIRTUAL PRESENCIAL

PERSONA QUE DIRIGE: JORGE Cuzcano H. FIRMA: *[Firma]*

FECHA: 21/07/24 DE: 22:00 A: 22:20 HORAS: 20 N° DE ASISTENTES: 3 N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL: 50

PARTICIPANTES

	NOMBRES Y APELLIDOS	D.N.I.	EMPRESA	CARGO	ÁREA	FIRMA
1.	Gerardo Ulloa Ruiz	426603	FCCO	Arb	OP	<i>[Firma]</i>
2.	Joel Villanueva Pardo	41219003	FCCO	OP	OP	<i>[Firma]</i>
3.	Maurit Javiera Yaurka	444444	FCCO	Arb	OP	<i>[Firma]</i>
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						

COMENTARIOS, OBSERVACIONES O QUEJAS

GRAFICA ESPINO S.A.C. RFC: 9971-406-224 9715160132

RESPONSABLE DEL AREA NOMBRE: CARGO:	V° B° DEL SERVICIO DE SSOAA NOMBRE: CARGO:	RESPONSABLE DEL REGISTRO NOMBRE: JORGE Cuzcano H. CARGO: SUP OPERACION FECHA Y HORA: 21/07/2024 22:00 HRS
---	--	---

ÓRGANO DE CONTROL DE OPERACIONES
FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

V.2021.1

LISTA DE VERIFICACIÓN N°
SUPERVISIÓN DE TRENES DE CARGA

N° LOCOMOTORA: 1033 SUPERVISOR: Jorge Concha
 RUMBO: S.O. PATIO: Chosillos
 BREQUERO: ANGE BAVAZZI ZIGZAG:
 JEFE DE TREN: ELIOW Chumbraw FECHA Y HORA: 18/7/24
 MAQUINISTA: JOEL VINO OTROS:
 ENCUBIERTO: HORA INICIAL: 9:00 AM HORA FINALIZADA:
 SETEO DE DISP. DE CAST. SOBRE VELOCIDAD 19

ACTIVIDAD	Tripulación			CGNO	
	MQ	BQ	JT		
ANTES DE LA SALIDA DEL TREN					
1	Tripulación es puntual en sus labores.				1.15
2	Tripulación compara la hora indicada en su reloj con la hora oficial.				3.3
3	Tripulación realiza pruebas de radio al inicio de la jornada de servicio.		X	X	2.20
4	MQ revisa su locomotora y hace las pruebas respectivas antes de retirar del taller de mantenimiento. Completa formato pre-uso.		X	X	1.45
5	Tripulación coordina las maniobras a realizar previo a la salida del tren.				2.14
6	Tripulación cuenta con CGNO, RIS, RTMP, RUFAMT, IIE, Boletines de Servicio y Circulares vigentes.				1.3.1
7	Tripulación revisa los Boletines de Servicio, Circulares, Instrucciones y Avisos referentes a su sector de trabajo antes de iniciar sus labores.				1.3.3
8	Tripulación solicita el Boletín de Vía Formulario A y Boletín de Vía Formulario B.				10.1
9	Se realizan pruebas de frenos de aire antes de iniciar la marcha del tren (directo, automático, hermeticidad de cola, prueba de telemétrico).				1.46
10	Se cumplen los procedimientos para locomotoras sincronizadas.				1.48
11	Se cumplen los procedimientos para locomotoras remolcadas o muertas.				1.49
12	Tren cuenta y se ha revisado la operatividad del dispositivo de Telemétrico o se ha colocado manguera de cola en buen estado.				1.46
13	Tripulación solicita AUV adecuadamente antes de iniciar el movimiento del tren (cumple con renglón de autorización AUV).				9.11
MANIOBRA EN PATIOS					
14	Tripulación coordina las maniobras con otros Trenes trabajando en patio si fuera el caso.				2.14
15	Tripulación hace uso del brake stick.	X			
16	Tren ingresa a los desvíos y líneas con los cambios alineados adecuadamente (NO se atropella el cambio)				8.11
17	Tripulación volteará cambios manualmente, en caso de dificultad podrá utilizar el pie, previa comunicación a CCT.	X			8.18
18	Tripulación realiza Pruebas de Camino, en todo lugar y rumbo, cuando se tomen o dejen carros.				1.47
19	Tripulación realiza tareas conjuntas con las tripulaciones en vía o patios (Solicita autorización al controlador, coordina movimientos y marchas)				7.4
20	Tripulación coordina adecuadamente con la tripulación del tren que se encuentre realizando maniobras en el patio que quiera ocupar.				7.4
21	Tripulación recepciona la confirmación de las tripulaciones para poder ingresar la vía principal.				2.14
22	Tripulación verifica que el tren se encuentre completamente detenido para iniciar su movimiento.				7.1
23	Tripulación se detiene antes del punto de libranza, si el cambio se encontrara en contra.				6.8

ÓRGANO DE CONTROL DE OPERACIONES
FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

V.2021/1

24	El Tripulación desactiva el SCAN de las radios de las locomotoras y equipos cuando están realizando movimientos en algún patío.				2.16
25	BR/JT se encuentra en la cola de tren en maniobras de retroceso.	X			6.5
26	MQ inicia movimientos de retroceso únicamente después de la confirmación del BR o JT.		X	X	6.5
27	BR/JT no viaja entre dos vagones (NO permanece entre carros).	X			1.31
28	Tripulación BQ/JT solicitan procedimiento de tres pasos según el CGNO y espera 30 segundos para ingresar a la zona roja después de la confirmación de MQ.	X			7.6
29	MQ cumple con procedimiento de tres pasos.		X	X	7.6
30	Tripulación NO brequea carros en movimiento ni con el pie.	X			
31	Tripulación no parquea carros ni detiene el tren fuera del punto de libranza.				6.8
32	Se cumple con el procedimiento para dejar carros parqueados temporalmente.				6.22 (B)
33	Se cumple con el procedimiento para dejar carros parqueados que no continúan viaje con el tren.				6.22 (A)
34	Se aplica freno de mano a más del 75% de los carros parqueados (temporalmente o no)				6.22 (A)
35	Se cumple con el procedimiento para tomar carros parqueados.				6.23
36	BR o JT afloja freno de mano después de que MQ carga el sistema de freno de aire y se realiza la prueba de cola.				6.23
37	Se deja las descarrilladoras o rieles cortados en posición de descarrillar luego de realizada la maniobra.	X			8.19
38	Se realizan pruebas de frenos de aire antes de iniciar la marcha del tren (directo, automático, hermeticidad de cola, prueba de telemétrico).				1.46
39	JT entrega toda la documentación completa y llenada adecuadamente (485, Guías)	X	X		1.55.A.5
40	MQ entrega los formatos e informes completos establecidos por la empresa (Guías y D-12)		X	X	1.55
DURANTE EL RECORRIDO DEL TREN Y DESVIOS					
41	Si fuera el caso, se cumple con intervalos entre trenes de 15 minutos y se mantiene la velocidad restringida.				6.11
42	Tripulación mantiene una adecuada conformación del tren desde el inicio hasta el final del recorrido.				
43	Tripulación se mantiene alerta ante cualquier situación (no se DUERME durante la jornada de trabajo)				1.12
44	Se solicitó y recibió adecuadamente la AUV durante el recorrido del tren (el trabajador a cargo de los controles NO debe copiar estos documentos)				2.17
45	Se cumple con lo establecido en el Boletín de Vía Formulario A (restricciones temporales)		X	X	10.3
46	Se cumple con lo establecido en el Boletín de Vía Formulario B (hombres o máquinas obstruyendo la vía)		X	X	10.2
47	Tripulación realiza adecuadamente las maniobras sobre cruces a nivel. Si la cabina está invertida, el JT deberá bajar de la locomotora para resguardo				6.28.1
48	Farolas delanteras y traseras se mantienen encendidas en todo momento. Se puede reducir su intensidad si fuera necesario.				5.8
49	Tripulación realiza la inspección de su tren o de trenes con quienes realizan un cruzamiento.				6.24
50	MQ estaciona su tren en Servicio Completo si se detiene por algún cruzamiento o imprevisto. De superar los 15 minutos, procederá con parqueo Completo (6.22)		X	X	6.22 (C)
51	Tripulación realiza las pruebas de aire completas, así como la revisión de su tren.				1.46
52	Tripulación inspecciona frecuentemente su tren mientras está en movimiento o detenido.				6.25
53	Tripulación cumple con condiciones temporales (NO atropelló bandera roja, azul, señal de vagón de servicio ocupado u otra colocada por terceros)				5.4
54	Se utilizan las señales de mano adecuadamente.	X			5.3.1

**ÓRGANO DE CONTROL DE OPERACIONES
FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.**

V.2021.1

55	Se cumple con el procedimiento para locomotora invertida en la línea principal.				6.7
56	MQ inicia movimientos de retroceso únicamente después de la indicación del BR o JT				6.70
57	Tripulación volteará cambios manualmente, en caso de dificultad podrá utilizar el pie, previa comunicación a CCT.				8.18
58	Tripulación no parquea carros ni detiene el tren fuera del punto de libranza y gálbos.				6.8
59	Se cumple con el procedimiento para dejar carros parqueados que no continúen viaje con el tren.				6.22 (A)
60	BR o JT afloja freno de mano después de que MQ carga el sistema de freno de aire y se realiza la prueba de cola.				6.23
61	Se deja las descarrilladoras o rieles cortados en posición de descarrillar luego de realizada la maniobra.				8.19
62	Se realizan pruebas de frenos de aire antes de iniciar la marcha del tren (directo, automático, hermeticidad de cola, prueba de telemétrico).				1.46
ZIGZAGS					
63	Tren ingresa a 10 km/h o menos al zigzag.				1.33
64	Tripulación no viaja entre dos vagones (NO permanece entre carros)				1.31
65	Tripulación hace uso del brake stick.				
66	JT se baja 300 metros antes del cambio de vías.				1.33.1
67	BR/JT se mantiene cerca al cambio viendo el pese del tren.				1.33.3
68	BR/JT permanece en todo momento en el carro puntero y en una posición correcta.				1.33.4
69	Tren ingresa a los desvíos y líneas con los cambios alineados adecuadamente (NO atropella el cambio)				8.13
70	Tripulación volteará cambios manualmente, en caso de dificultad podrá utilizar el pie, previa comunicación a CCT.				8.18
71	MQ inicia movimientos de retroceso únicamente después de la confirmación del BR o JT.				6.5
72	Tripulación mantiene una adecuada conformación del tren desde el inicio hasta el final del recorrido, así como el número de vagones de acuerdo a lo establecido.				CIR 02
GENERAL					
73	Tripulación cuenta y hace uso adecuado de sus EPP durante todo el recorrido del tren.				1.9
74	MQ toca silbato y/o campana de acuerdo a lo establecido en el CGNO.				5.5
75	Tripulación cumple con normas del sistema de radio (transmisión, identificación, repetición, cambio, comunicación incompleta, fuera, movimientos y maniobras)				2.9
76	Tripulación inspecciona sus equipos y herramientas, de no cumplir con las condiciones de seguridad, se comunicara el incidente a CCT				1.1.5
77	Tripulación inspecciona y hace uso de linterna de seguridad				5.1

OBSERVACIONES

BR	
JT	
MQ	

BREQUERO

JEFE DE TREN

MAQUINISTA

OTROS

Nro. _____

OBSERVACION PLANIFICADA DE TRABAJO

EMPRESA:	FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A	RUC:	20432348114
DOMICILIO:	AV CONTRAALMIRANTE MORA 621 - CALLAO	ACTIVIDAD ECONOMICA:	TRANSPORTE FERROVIARIO
NOMBRE DE LA TAREA:	Corte de Seguridad de DUV		
LUGAR DE LA OBSERVACIÓN:	ESTACION SAN BARTOLOME	FECHA:	16/7/24
NOMBRE DEL OBSERVADOR:	JORGE CIZANO LI	EMPRESA:	FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A
NOMBRE DEL OBSERVADO:	MANUEL RETIS	EMPRESA:	TAMA CORTES

Antes del inicio de la Observación, conteste las siguientes preguntas:

	SI	NO
1 ¿La tarea a observar cuenta con un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 ¿El Procedimiento se encuentra al alcance de los trabajadores ejecutantes de la tarea?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 ¿EL trabajador conoce el Procedimiento para esta tarea?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 ¿EL trabajador fue informado que será observado en la realización de la tarea?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5 Si la tarea No contase con un PETS, qué otro documento se verificó?		
6 ¿En qué parte del Procedimiento, el Trabajador necesita mejorar?		
7 ¿Realizó el Trabajador alguna acción positiva durante del desarrollo de la tarea? Describa la acción.	Colaborador espera hasta que el conel a se desocupe para Realizar la actividad puv	
8 Observaciones adicionales que el observador necesite acotar:		

PLAN DE ACCIÓN

QUE	QUIEN	CUÁNDO


FIRMA: 
 ING. JORGE LUIS ESTAY
 SUPERVISOR DE OPERACIONES
 FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.
 Nombre: _____
Observador

2.9.8. Resultados Operativos

A partir del análisis detallado del ciclo operativo del transporte ferroviario en el tramo Tunshuruco–Callao, y considerando las alternativas de mejora propuestas desde un enfoque sistémico del Macro Proceso Ferroviario, se obtuvieron los siguientes resultados operativos relevantes, directamente vinculados con las actividades desarrolladas en el puesto de Supervisor de Operaciones:

Optimización del Ciclo de Transporte Ferroviario Tunshuruco–Callao y Reducción de Ineficiencias en Maniobras y Procesos Complementarios

Uno de los principales logros operativos fue la identificación y mitigación de demoras críticas en el ciclo de transporte de vagones, permitiendo optimizar tiempos y recursos en cada una de las etapas clave: carga, traslado, descarga y retorno. Esta optimización se logró mediante una coordinación constante con múltiples actores (CCTs, áreas de mantenimiento, seguridad, clientes y terceros), y una supervisión rigurosa en campo de maniobras, inspecciones y servicios complementarios.

A partir del análisis de tiempos estándar versus tiempos alterados, se evidencian los siguientes hallazgos:

- **Reducción de Maniobras Adicionales:** La mejora en la programación de trenes y en la disponibilidad de locomotoras permitió reducir significativamente las maniobras no planificadas en patios. Estas maniobras, que no agregaban valor al servicio, representaban una fuente de ineficiencia operativa, incrementando los tiempos de ciclo y costos asociados. Con una supervisión efectiva y la implementación de mejores prácticas, se logró reducir el impacto de estas maniobras en hasta 8 horas por ciclo.
- **Impacto Económico de las Demoras en Maniobras:** En ciclos alterados, se registraron 19:32 horas adicionales al ciclo ideal debido a la paralización del volteador y

cruzamientos no programados. Esto ocasionó un incremento en el uso de recursos operativos como tripulaciones (pasando de 6 a 8), combustible, y horas-hombre improductivas (más de 30 horas en total), lo cual elevó significativamente los costos operativos.

- Incremento de Eficiencia en la Gestión del Patio Tunshuruco: La implementación de una supervisión directa sobre maniobras de carga, pesaje, entoldado, mantenimiento de vías y coordinación con áreas técnicas (como SSOMA, mecánica y vía férrea), permitió mantener un flujo constante de operaciones, reduciendo los tiempos de carga a 17:10 horas y mejorando la capacidad de respuesta ante emergencias o cambios operativos imprevistos.
- Control y Mitigación de Variables Disruptivas: La identificación de variables externas (como la parada de planta, pruebas de balanza o reasignación de rumas) permitió establecer protocolos de respuesta rápida y reprogramación operativa, minimizando impactos en la cadena logística. En particular, la actuación frente a la paralización del volteador permitió mitigar impactos mayores gracias a una rápida reubicación de trenes y coordinación con el cliente.
- Cumplimiento de Objetivos Estratégicos del Servicio: El ciclo ideal de 93:17 horas para el transporte completo de vagones es el estándar contractual. En escenarios alterados, el ciclo se incrementó hasta 112:49 horas, comprometiendo la eficiencia del servicio. La reducción de estas brechas operativas, a través de la supervisión integral y la acción inmediata ante contingencias, contribuyó a alinear el desempeño del servicio con los objetivos estratégicos de la empresa y del cliente MCP.
- Aprovechamiento de la Información Operativa para la Toma de Decisiones: La elaboración y seguimiento continuo de reportes operativos, indicadores de desempeño (KPI), y reportes de guardia, facilitaron la detección temprana de cuellos

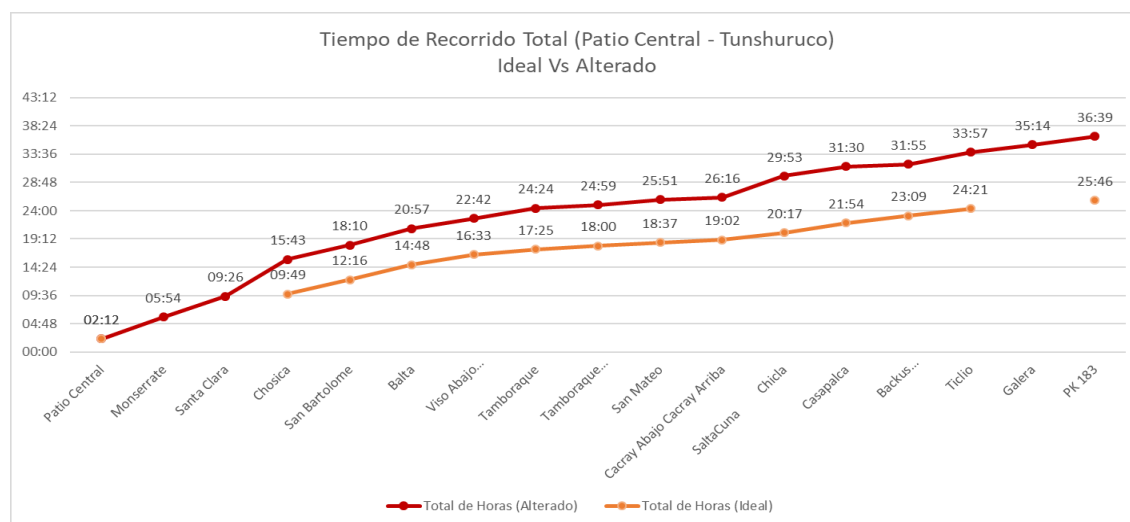
de botella, tiempos muertos y sobrecostos logísticos. Esta data fue clave para implementar acciones correctivas y sustentar decisiones ante la Gerencia de Operaciones.

2.10. Análisis de resultados

El presente apartado tiene como finalidad interpretar los datos obtenidos a lo largo del estudio, centrándose en las diferencias entre los tiempos ideales y los tiempos reales (alterados) del ciclo de transporte ferroviario en la ruta Patio Central – Tunshuruco. A partir del procesamiento de la información operativa, se ha desarrollado un análisis comparativo que permite visualizar los cuellos de botella, las demoras recurrentes y los factores que inciden directamente en la eficiencia del servicio. El análisis de los resultados se apoya en representaciones gráficas y estadísticas que reflejan el comportamiento de las operaciones bajo condiciones ideales frente a las condiciones reales, evidenciando las brechas existentes. Estas diferencias son clave para comprender los impactos en el uso de recursos, la programación de maniobras y la capacidad de respuesta de la operación ferroviaria. En ese sentido, se busca no solo identificar las ineficiencias, sino también proporcionar una base técnica que sustente las propuestas de mejora orientadas a optimizar la gestión operativa y garantizar un servicio más eficaz y competitivo para el cliente MCP.

Figura 33

Tiempo de recorrido Total (Patio Central – Tunshuruco) Ideal Vs. Alterado



La Figura 33 presenta una comparación entre el tiempo de recorrido total en el ciclo ferroviario desde el Patio Central hacia Tunshuruco, diferenciando entre el escenario ideal y el escenario alterado. En el análisis se evidencia una diferencia significativa entre ambos, siendo el tiempo ideal de 93 horas con 17 minutos, mientras que el tiempo alterado alcanza 112 horas con 49 minutos.

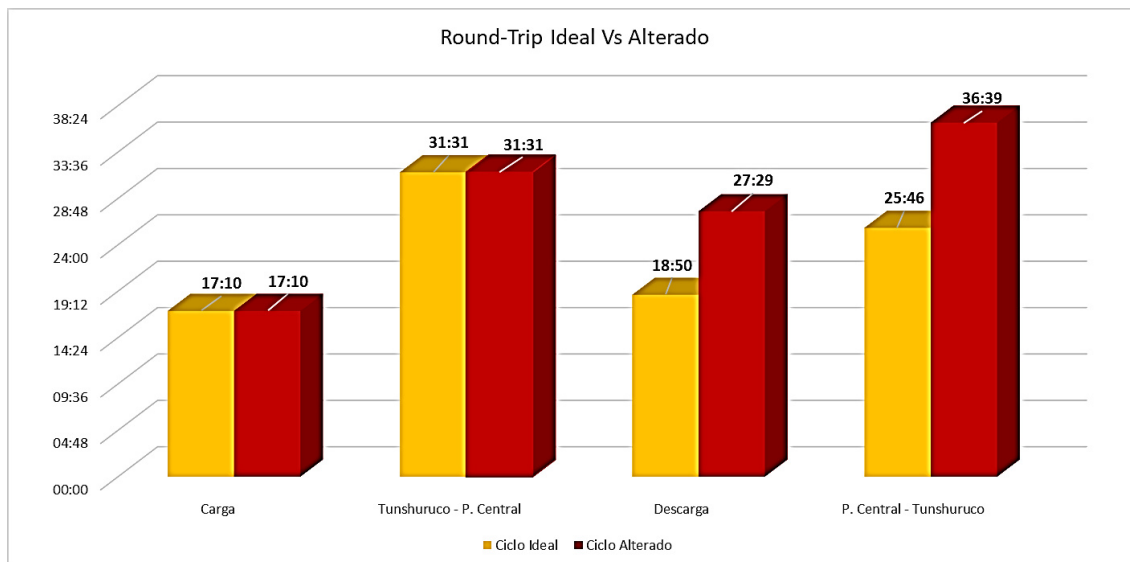
Esta variación de más de 19 horas refleja la existencia de retrasos sistemáticos durante el proceso, principalmente asociados a demoras en la descarga, tiempos muertos en patios intermedios y falta de sincronización entre los distintos actores operativos. Este desbalance no solo afecta la eficiencia del servicio, sino que también tiene un impacto directo en el consumo de recursos, la programación de tripulaciones y la capacidad de respuesta ante nuevos requerimientos operativos.

El análisis de los resultados permite identificar con precisión los puntos críticos dentro del ciclo operativo, proporcionando una base objetiva para la formulación de estrategias de mejora. Estas acciones buscan reducir los tiempos ineficientes y aproximar la operación al escenario ideal, lo cual resulta fundamental para la toma de decisiones orientadas a optimizar la gestión operativa ferroviaria y elevar la calidad del servicio ofrecido al cliente MCP. Según

Pérez (2020), la aplicación de herramientas de mejora continua como Lean y Seis Sigma permite alcanzar niveles superiores de eficiencia en operaciones ferroviarias complejas como las del Ferrocarril Central Andino S.A.

Figura 34

Round-Trip Ideal Vs. Alterado



- Se evidencia que ante cualquier variable que denote en una demora local (en este caso la descarga), repercute considerablemente en el viaje hacia mina.
- Debido a la demora en Patio Central (más de 08:00 Hrs de las 12 paralizadas que impactan en el round-trip), el total del impacto en el Round-Trip es de 19:32 Hrs.



- Se genera una espera de 1:30 hrs por cruzamiento extra en Sta. Clara. Esto se debe al alto tránsito de trenes que se tiene en dicho patio de maniobras.
- Se evidencia la programación adicional de 02 tripulaciones en el recorrido de Callao hacia Tunshuruco. Impacta a otros trenes.



- Se presenta un aumento en el consumo de combustible por el tiempo de espera en los cruzamientos y el tiempo de espera de la tripulación.
- Aumento en los costos de movilización del personal debido a las alteraciones en la programación de trenes en los siguientes tramos:
 - Chosica – Monserrate
 - Ticlio – Chicla.
- Debido a las demoras en Patio Central, se presentan 30 horas en las que las tripulaciones no se encuentran realizando actividad alguna



III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Mis aportes más destacables a la empresa y en beneficio de la misma fueron los siguientes:

- En mi rol como Supervisor de Operaciones, trabajé en la mejora continua de las maniobras diarias de recepción, distribución, carga, pesaje y despacho de vagones. Supervisé de cerca las operaciones para reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos operativos.
- Fomenté una comunicación efectiva entre distintas áreas, como el mantenimiento de locomotoras, vías férreas y seguridad. Esta mejora en la coordinación permitió que las maniobras y operaciones se realizaran sin contratiempos, evitando retrasos y optimizando los tiempos de respuesta.
- Me aseguré de que todas las operaciones se realizaran de acuerdo con los reglamentos operativos internos, así como con las normativas de seguridad, salud y medio ambiente (SSOMA).
- Logré optimizar la asignación y rotación del personal operativo, lo que permitió mejorar la disponibilidad de los trabajadores para las tareas más críticas. Además, garantizando que estuvieran capacitados en los procedimientos específicos para cada operación.
- Trabajé de la mano con la Supervisión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSOMA) para asegurar que el personal cumpliera con los procedimientos de trabajo seguros.
- Coordiné eficazmente la recepción y despacho de carga, especialmente en relación con la liberación rápida de vagones vacíos y el transporte de materiales entre diferentes puntos, lo que facilitó la fluidez en las operaciones logísticas de la ruta ferroviaria.

IV. CONCLUSIONES

- Se identificó que el ciclo ideal de transporte es de 93 horas con 17 minutos, mientras que el real alcanza 112 horas con 49 minutos, debido principalmente a demoras en la descarga en el Patio Central, lo cual evidencia la necesidad de revisar los tiempos estándar de operación.
- Las interrupciones en el ciclo operativo son causadas por fallas en el volteador, retrasos en personal de carga y descarga, y deficiencias en la coordinación entre áreas, factores que incrementan los tiempos muertos y afectan la eficiencia logística.
- Las demoras operativas generan mayor consumo de recursos, necesidad de más tripulaciones (de 6 a 8), y aumentan los costos logísticos, impactando directamente en la programación operativa y en el uso eficiente del material rodante y humano.
- Se propusieron estrategias como la mejor coordinación entre patios, mantenimiento del volteador, protocolos ante fallas y monitoreo digital en tiempo real, con el objetivo de reducir demoras y fortalecer la calidad del servicio ferroviario al cliente MCP.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación técnica de los tiempos establecidos en cada etapa del ciclo ferroviario, especialmente en la descarga del Patio Central, para establecer tiempos más realistas y controlables.
- Es recomendable implementar un programa de mantenimiento preventivo más riguroso para el volteador, acompañado de una mejor programación del personal de maniobras de carga y descarga, con el fin de reducir paradas imprevistas.
- Se sugiere implementar estrategias que optimicen el uso de locomotoras, vagones y tripulaciones, minimizando los tiempos muertos y mejorando la rotación del material rodante para reducir costos logísticos.
- Se recomienda adoptar sistemas digitales de monitoreo en tiempo real que permitan visualizar el avance del ciclo operativo, además de establecer protocolos de actuación ante contingencias y fortalecer la coordinación entre los patios involucrados.

VI. REFERENCIAS

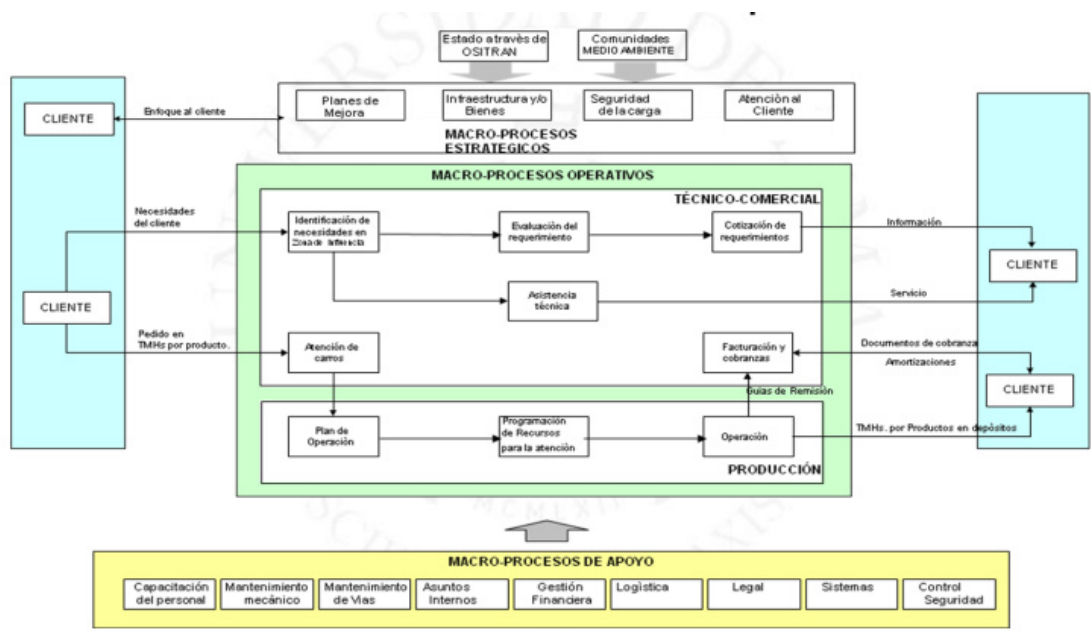
- Jacob, D., Bergland, S., y Cox, J. (2011). *Velocidad combinando el Sistema Lean, Seis Sigma y Teoría de Limitaciones para alcanzar resultados excepcionales*. Alienta.
- Pérez Macassi, G. L. (2020). *Mejora del proceso operativo en una empresa de transporte ferroviario* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/12692>
- Massa. (17 de septiembre de 2021). *Maniobras ferroviarias: averigua qué son y cómo se realizan*. <https://massa.ind.br/es/manobras-ferroviarias>
- Resolución Directoral N.º 049-2007-MTC/14. Aprueban la Directiva N.º 001-2007-MTC/14 – “Estándares mínimos de seguridad para vías férreas de trocha de 917 milímetros”. (27 de julio de 2007). <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/282281-001-2007-mtc-14>

VII. ANEXOS

Anexo A. Mapa de la Ruta Ferroviaria Central Andina



Anexo C. Diagramas de los Procedimientos



Anexo D. Fotografías de las Maniobras Ferroviaria





Anexo E. Código General de Normas Operativas

INDICE

	DEFINICIONES	7
	INTRODUCCIÓN	11
	FUNCIONES BÁSICAS	11
1.0	RESPONSABILIDADES GENERALES	12
1.1	Seguridad	12
1.1.1	La decisión más certera y segura	12
1.1.2	Personal Alerta y Atento	12
1.1.3	Seguridad del público	12
1.1.4	Accidentes, Daños Personales y Defectos	12
1.1.5	Defectos del Equipo y Herramientas	12
1.2	Daños Personales y Accidentes	12
1.2.1	Primeros Auxilios para los Lesionados	12
1.2.2	Testigos	12
1.2.3	Inspección del Equipamiento	13
1.2.4	Inspección Mecánica	13
1.2.5	Informar	13
1.2.6	Declaraciones	13
1.2.7	Entrega de Información	13
1.3	Normas	14
1.3.1	Normas, Reglamentos e Instrucciones	14
1.3.2	Boletín de Servicio	14
1.3.3	Circulares, Instrucciones y Avisos	14
1.4	Relevo de las tripulaciones	14
1.5	Cumplimiento de los Reglamentos	15
1.6	Drogas y Alcohol	15
1.7	Conducta	15
1.8	Disputas	15
1.9	Uso de implementos de trabajo y protección de personal	15
1.10	Comportamiento y Respeto por la Empresa	16
1.11	Juegos, Lecturas, Aparatos Electrónicos	16
1.12	Dormir durante la Jornada de Trabajo	16
1.13	Armas	16
1.14	Obediencia & Cumplimiento de Instrucciones	16
1.15	Presentación y Ausencia	16
1.16	Sujeto a Llamada	16
1.17	Observaciones de Horas de Servicio	17
1.18	Empleo no Autorizado	17
1.19	Proteger los Bienes del Ferrocarril	17
1.20	Alerta al Movimiento de Trenes	17

1.21	Ocupando el Techo	17
1.22	Presencia Prohibida en el Equipo Rodante	17
1.23	Alteraciones de Aparatos de Seguridad o Equipos	17
1.24	Mantenimiento de los Bienes	17
1.25	Crédito y Bienes	18
1.26	Propinas	18
1.27	Entrega de Información	18
1.28	Incendios	18
1.29	Evitar Demoras	18
1.30	Viajar en la Locomotora	18
1.31	Permanecer entre carros	18
1.32	Subir y bajar de los trenes	18
1.33	Movimiento de trenes en los zigzags	19
1.34	Ruedas Recalentadas	19
1.35	Inspección de Vagones de Carga	20
1.36	Ruedas Planas o Ronzadas	20
1.37	Descarga de carro tanque con combustible	20
1.38	Compuertas abiertas	21
1.39	Carga de Dimensiones Excesivas	21
1.40	Cargas en Vagón Abierto	21
1.41	Exactitud del Velocímetro	21
1.42	Manejo de locomotoras	21
1.43	Aviso de fallas en la locomotora	22
1.44	Falla en freno de la locomotora	22
1.44.1	Procedimientos de los 4 golpes	22
1.44.2	Manejo del freno directo y automático en pendientes	22
1.44.3	Procedimiento de penalidad de castigo por exceder la velocidad	23
1.45	Revisión y pruebas de locomotoras antes de retirar del taller de mantenimiento	24
1.46	Pruebas de Frenos de Aire que se deben realizar antes de iniciar la marcha del tren	25
1.47	Pruebas de camino	26
1.48	Procedimiento para locomotoras comandadas o guiadas	26
1.49	Procedimiento para locomotoras remolcadas o muertas	27
1.49.1	Procedimiento de frenado en caso de separación de locomotoras sincronizadas o remolcadas	27
1.50	Locomotoras enganchadas a coches de pasajeros	27
1.51	Patínaje de locomotoras	27
1.52	Detención en Túneles	27
1.53	Responsabilidad del Controlador de Tráfico	28
1.54	Responsabilidades de los Supervisores de Patio	28
1.55	Responsabilidades de la Tripulación	28

2.0	NORMAS DEL SISTEMA DE RADIO	30
2.1	Grabación de las Comunicaciones	30
2.2	Transmisión	30
2.3	Identificación Requerida	30
2.4	Repetición	30
2.5	Cambio	30
2.6	Fuera	31
2.7	Comunicación incompleta o no entendida	31
2.8	Escucha permanente	31
2.9	Confirmación de recepción	31
2.10	Uso indebido	31
2.11	Llamadas de emergencia	31
2.12	Transmisiones prohibidas	32
2.13	Substituyendo señales de mano	32
2.14	Comunicación durante maniobras	32
2.15	Uso de frecuencias locales	32
2.16	Desactivación del SCAN	32
2.17	Transmisión de A.U.V. y Boletines de Vía	33
2.18	Alfabeto fonético	33
2.19	Frecuencias designadas	33
2.20	Pruebas de radio	33
2.21	Fallas de Radio	33
2.22	Operaciones cerca de Detonaciones	33
2.23	Modificaciones Internas	34
3.0	HORA OFICIAL	34
3.1	Reloj Oficial	34
3.2	Requisitos para los Relojes	34
3.3	Comparación	34
4.0	ITENERARIO E INSTRUCCIONES ESPECIALES	34
4.1	Nuevo Itinerario e Instrucciones Especiales	34
4.1.1	Aviso de nuevo Itinerario e Instrucciones Especiales	35
4.2	Instrucciones Especiales	35
4.3	Caracteres del Itinerario e Instrucciones Especiales	35
5.0	SEÑALES Y SU USO	35
5.1	Equipo de Señalización	35
5.2	Recibir y Dar Señales	35
5.2.1	Atención a las Señales	35
5.2.2	Señales usadas por los trabajadores	35
5.3	Señales de Mano y Señales por medio de la Radio	36
5.3.1	Señales de Mano	36
5.3.2	Cruzando vías férreas	37
5.3.3	Usando Señales	37

5.3.4	Cuando desaparece una Señal	37
5.3.5	Señal de Detención	37
5.3.6	Recepción de una Señal de Detención	37
5.3.7	Uso de la Radio y Comunicación de Voz	37
5.3.8	Respuesta	37
5.4	Uso de Bandera para indicar Condiciones Temporarias	38
5.4.1	Condiciones Temporarias	38
5.4.2	Despliegue de la Bandera Amarilla	38
5.4.3	Despliegue de la Bandera Rojo – Amarilla	39
5.4.4	Despliegue de la Bandera Verde	40
5.4.5	Despliegue de Luz o Bandera Roja	40
5.4.6	Ubicación de la Bandera	40
5.5	Señales de Campana y Silbato	41
5.5.1	Campana	41
5.5.2	Silbato	41
5.6	Encendido de la Farola Delantera	42
5.6.1	Reducir la intensidad de la Luz de la Farola Delantera	42
5.6.2	Apagar la Farola Delantera	42
5.6.3	Falla de la Farola Delantera	42
5.6.4	Uso de la farola delantera y trasera	43
5.7	Número de Identificación de la Locomotora	43
5.8	Protección de Vagones de Servicio Ocupados	43
5.9	Protección de Hombres Trabajando (Bandera Azul)	44
5.10	Señales para Proteger el Equipo	46
5.11	Señales Defectuosas	46
5.12	Observar y Comunicar Señales	46
6.0	MARCHA DE TRENES Y LOCOMOTORAS	46
6.1	Repetición de Instrucciones	46
6.2	Iniciar la Marcha	46
6.3	Ocupar la Vía Principal	46
6.4	Cumplimiento de la velocidad máxima de recorrido	47
6.5	Retroceder	47
6.5.1	Autorización para Movimientos de Retroceso	47
6.6	Maniobrando vagones delante de la locomotora	47
6.7	Movimiento de locomotoras con cabina invertida	47
6.8	Detención en el Punto de Libranza	48
6.9	Precauciones para encuentros o para pasar trenes	48
6.10	Aviso de Restricción	48
6.11	Intervalo entre Trenes	48
6.12	Límites de Patio	48
6.13	En Aproximación a Cruces entre Vías	48
6.14	Protección Mediante Banderas	49

6.14.1	Acusar Recibo de Señales	49
6.14.2	Enlaces y ocupar la Vía Principal	49
6.14.3	Protección de carros en la Vía Principal	50
6.15	Locomotora que deja parte de su Tren	50
6.16	Precaución en circunstancias inusuales	50
6.16.1	Protección en caso de defectos	50
6.16.2	Nivel de agua sobre Rieles	50
6.17	Conducción con Seguridad	51
6.18	Parada de Emergencia	51
6.19	Marcha a Velocidad Restringida	51
6.20	Marcha en Vías No Principales	52
6.20.1	Detención sólo al dejar libre la Vía Principal	52
6.20.2	Dejar vagones o equipos en los Desvíos	52
6.21	Parqueo de Locomotoras	52
6.22	Parqueo de carros	52
6.23	Acoplar o “tomar” carros en línea principal, patios y desvíos	53
6.24	Cruzamiento de Trenes	54
6.25	Inspección de Trenes	54
6.25.1	Inspección de trenes por la tripulación en cruzamientos	54
6.25.2	Inspección de trenes por la Tripulación en ruta	55
6.26	Recepción de Trenes de Pasajeros	55
6.27	Velocidad Máxima	55
6.28	Cruces a Nivel	56
6.28.1	Maniobras sobre Cruces a Nivel	56
6.28.2	Despejar Cruces a Nivel	56
6.28.3	Bloquear los cruces a nivel públicos	56
7.0	MANIOBRAS	56
7.1	Seguridad y eficiencia en las Maniobras	56
7.1.1.	Procedimientos para tomar o formar trenes en desvío de Balta y/o Casapalca.	56
7.2	Maniobras cuando hay presencia de Supervisor de Patio	56
7.3	Comprensión de instrucciones	57
7.4	Tareas conjuntas con las tripulaciones	57
7.5	Prohibición en las maniobras	57
7.6	Abordaje de trenes	57
7.7	Movimiento de vagones a pulso	58
7.8	Capacidad de carga de los carros	58
7.9	Carga o descarga de vagones	58
7.10	Maniobras con Vagones Ocupados y Coches de Pasajeros	59
7.11	Marcha a través de portones	59
7.12	Uso de frenos de aire en maniobras	59
7.13	Desvío Muerto	59

8.0	CAMBIO DE VIAS	59
8.1	Posición de los cambios	59
8.2	Limpieza de los cambios	60
8.3	Cambios en Vías Principales	60
8.4	Cambios Semiautomaticos	60
8.5	Alineación del cambio de vías en la vía principal	61
8.6	Dejar libre la vía principal antes de retornar el cambio a su posición normal	61
8.7	Retornar el cambio a su posición normal	61
8.8	Distancia de los Cambios	61
8.9	Candados y Pasadores	61
8.10	Indicador de la posición de las agujas	62
8.11	Cambios de Desvíos	62
8.12	Cambios de Enlace	62
8.13	Cambios de Báscula	62
8.14	Movimientos contrarios en aproximación a un cambio de vías	62
8.15	Atropellamiento de cambios	62
8.16	Cambio dañado o defectuoso	63
8.17	Arena en Cambios	63
8.18	Alineamiento de Cambios	63
8.19	Descarrilador	63
8.19.1	Cambio de seguridad de riel cortado en la línea principal lado sur estación Monserrate y Santa Clara.	63
9.0	CONTROL “AUTORIZACION USO DE VIA” (A.U.V.)	64
9.1	Autorización para el Ingreso en Límites de AUV	64
9.2	Verificar vía libre	64
9.3	Límites Designados	64
9.4	Operaciones con Autorización Uso de Vía	66
9.5	Ocupación de los mismos Límites	67
9.6	Pedido de Trenes de Trabajo	67
9.7	Autorización Uso de Vía para unidades de Mantenimiento de Vías	67
9.8	Protección de Hombres o Equipamiento	67
9.9	Acuso de Límites Despejados	68
9.10	Solicitud de Autorización Uso de Vía	68
9.11	Recepción de Autorización Uso de Vía	68
9.12	Vigencia	69
9.13	Alteración de una Autorización Uso de Vía	69
9.14	Indicar Anulación	69
9.15	Transmisión Automática de Autorización Uso de Vía	69
10.0	BOLETINES DE VIA	70
10.1	Boletines de Vía	71
10.2	Protección Mediante Boletín de Vía Formulario B	71
10.2.1	Protección de Equipos Móviles de Vía	72

10.3	Vías Fuera de Servicio	72
10.4	Vías Ocupadas por Equipos	72
10.5	Cambio de Normas, Boletín de Servicio o Itinerario e Instrucciones Especiales	72
10.6	Copia de Boletín de Vía	72
10.7	Duplicación de Boletines de Vía	73
10.8	Copias adicionales de Boletín de Vía	73
10.9	Retener los Boletines de Vía	73
10.10	Restricciones aplicables a la marcha de un Tren	73
10.11	Relevo durante el viaje	73
10.12	Anulación de Boletines de Vía	74
10.13	Entrega de los Boletines de Vía	74
10.14	Transmisión mecánica de Boletín de Vía	75
	Abreviaciones	75

DEFINICIONES

Para aclarar la aplicación de estas normas, las siguientes definiciones serán utilizadas:

Área de Abastecimiento de Locomotoras: Una o más vías dentro de un área donde la revisión, inspección, reparación y abastecimiento de las locomotoras está controlada exclusivamente por el personal de mecánica.

Área de Reparación de Carros: Una o más vías dentro de un área donde la revisión, inspección y reparación del equipo rodante está controlada exclusivamente por el personal de mecánica.

Autorización Uso de Vía: un método que autoriza el movimiento de trenes en la vía principal dentro de límites específicos en un territorio *y rumbo* designado en el *Itinerario e Instrucciones Especiales*.

Banderero: cualquier trabajador calificado designado para proteger *trenes*, hombres o equipamientos, con banderas y/u otros elementos.

Acoplar: enganchar o unir por medio de los aparatos de acople dos o más locomotoras, *carros* u otro equipo rodante.

Boletín de Servicio: publicación periódica que contiene normas, procedimientos e información con respecto a la operación del ferrocarril, modificando, agregando, o suprimiendo instrucciones previamente otorgadas.

Boletín de Vía: boletín emitido por la Oficina de Control de Tráfico, contiene informaciones, restricciones temporarias de velocidad o alteraciones sobre las condiciones de vía u otras situaciones que pueden afectar la operación segura de los trenes y los detalles de su circulación en un sector específico, modificando o agregando informaciones en el *Itinerario e Instrucciones Especiales*.

Carro: Unidad de equipo de arrastre destinada al transporte de carga

Cambio de Vía: Sistema colocado en la vía férrea para direccionar en forma manual o automática el paso de una vía férrea a otra.

Cambio Manual: dispositivo operado manualmente para efectuar un cambio de vía.

Cambio Clavado: cambio de vía que por razones operacionales y/o seguridad fue clavado para mantenerlo en una sola posición.

Cambio con Candado: cambio de vía que por razones operacionales y/o de seguridad es maniobrado solo por los trabajadores que tienen llave.

Candado de Mecánica. Se utiliza para la protección de un cambio manual o un descarrilador en una línea bloqueada bajo bandera azul. Los trabajadores de Mecánica son los únicos que poseen la llave.

Centro de Control de Tráfico: sector responsable por coordinar el programa de trenes y la circulación de los mismos.

Coche: Vehículo ferroviario remolcado, destinado al transporte de pasajeros.

Controlador de Tráfico: trabajador encargado de coordinar y autorizar el movimiento de trenes en la vía principal con el apoyo de archivos manuales, computadora y sistema de

comunicaciones, utilizando el Sistema de Autorización de Uso de Vía para la emisión de Autorizaciones Uso de Vía y Boletines de Vía.

Cruce a Nivel: cruce de una o más vías con una carretera principal o secundaria en el mismo nivel.

Descarrilador: dispositivo utilizado en algunos lugares para proteger la vía principal o vías secundarias; su función principal es descarrilar el material rodante y/o equipos en casos de emergencia.

Desvío: Vía auxiliar conectada por uno o ambos lados a la vía principal, o a un ramal, o a otro desvío, para permitir el desarrollo de las operaciones ferroviarias.

Desvío de Seguridad: Vía férrea auxiliar de corta longitud, conectada a una vía principal, instalada en una zona de gradiente descendente, inmediatamente a la salida de un patio o desvío, mediante un cambio cuyas agujas se encuentran permanentemente en la posición que conduce el tránsito al desvío, y cuyo objetivo es captar el material rodante que eventualmente escapen del patio o desvío sin control, evitando que se corran por la vía férrea principal.

Desvío Muerto: desvío que contiene solo un cambio de vía, y en el extremo opuesto tiene un tope final.

Estación: Localidad de la red del ferrocarril identificada en el *Itinerario e Instrucciones Especiales*.

Jefe de Tren: trabajador responsable por la seguridad del tren y su carga; en la vía principal, en un patio, o una estación. Este trabajador supervisa el trabajo del brequero; vela también, por la documentación de los *carros* del tren y por realizar los informes y/o reportes establecidos.

Gálibo: Contorno de referencia contenido en un plano transversal y perpendicular a la vía férrea, que determina las dimensiones a la que deben adecuarse las nuevas instalaciones fijas

y el material rodante, para que el tránsito ferroviario se realice sin interferencias (Fuente: Reglamento Nacional de Ferrocarriles).

Grupo de Trabajadores: Dos o más trabajadores del mismo o diferentes cuadrillas de Mecánica que trabajan como una unidad mantienen contacto entre si, y están bajo la tutela del mismo supervisor.

Hombres Trabajando: Trabajadores del ferrocarril de Mecánica designados para revisar, inspeccionar, probar, reparar o abastecer al equipo rodante o sus componentes, incluyendo el sistema de frenos.

Límite de Patio: tramo en la vía principal señalado por placas de Límites de Patio. Los kilómetros delimitadores están establecidos en el *Itinerario e Instrucciones Especiales*.

Locomotora: vehículo ferroviario con propulsión propia utilizado para remolcar el material rodante en la vía principal o patios.

Locomotora auxiliar: Es la que ayuda a un tren, sea que vaya después de la que comanda, o a la cola, empujándolo.

Locomotora comandante: Locomotora puntera cuyo número identifica al tren.

Maniobras: Son los movimientos consistentes en: agregar o quitar carros de un tren, formar o descomponer un tren, clasificar los carros, desplazar un tren o carros por la misma vía, o de una a otra y llevar o traer material de instalaciones internas y externas.

Maquinista: trabajador capacitado responsable por la seguridad, operación de locomotoras y la conducción de trenes de servicio o patio.

Material Rodante: Vehículos tractivos o remolcados que circulan en la vía férrea.

Obstrucción: A los efectos de la circulación de los trenes se considera "obstrucción" todo vehículo o tren detenido, la vía cortada o averiada y todo otro obstáculo que impida o pueda poner en peligro el paso de los trenes.

Operadores: trabajador responsable por la *seguridad*, operación y conducción de máquinas especiales para el *Área de Mantenimiento de Vías*.

Patio de Maniobras: un sistema de vías para la formación de trenes, estacionamiento de *material rodante* y otros fines.

Piloto: trabajador capacitado para acompañar a un Maquinista o un Jefe de Tren que no está familiarizado con las normas o aquella porción del ferrocarril en la cual está operando.

Placa: señalización fija o invariable que indica las condiciones que afectan la marcha de un tren.

Punto de Libranza: lugar que un cambio de vía indica el límite de donde pueden llegar los trenes si posibilidad de colisión con otro tren detenido o en circulación por la otra vía concurrente.

Radio: cualquier receptor o transmisor que permite la comunicación entre el Controlador de Tráfico y el personal de campo; entre trenes o entre miembros de la misma tripulación.

Ruta: Trayecto determinado por el que transita un tren entre su punto de origen y de destino

Señal Azul (*Bandera Azul*). Indica que hay hombres trabajando dentro, debajo, sobre o entre el *material rodante*. Durante el día, una luz o bandera azul visible y durante la noche una luz azul. La luz azul puede centellar o quedar fija.

Señal de Advertencia. Un aviso, de fondo blanco, que diga “Vagón de Servicio Ocupado” en letras negras.

Señales con Banderas: señal que hace u trabajador autorizado para condicionar la marcha de los trenes.

Solapamiento: situación en que una sección de un tramo (dentro de los mismos límites) puede ser ocupada por más de un tren bajo instrucciones específicas.

Subdivisión: Un sector de la red de transportes del ferrocarril, que está definido en el *Itinerario e Instrucciones Especiales*.

Tornamesa: vía circular utilizada para la inversión de trenes o de vehículos.

Tren: Una o más locomotoras acopladas con o sin carros, identificada con el número de la locomotora que comanda y su rumbo; autorizadas para circular en la vía principal.

Triángulo: tres vías unidas en forma de triángulo a través de cambios, que permiten la inversión de trenes u otros vehículos.

Vía de Enlace: vía que conecta dos líneas férreas.

Vía Principal: vía de circulación entre estaciones o a través de Patios de Maniobras que debe ocuparse solamente con Autorización Uso de Vía.

Vía Única: vía principal por el que los trenes transitan en ambas direcciones; rumbo norte y sur.

Vagón de Servicio/Vivienda. Cualquier vehículo sobre las vías, incluyendo vagones de servicio, vagones de campamento, vagones planos o remolques habilitados como viviendas para trabajadores del ferrocarril.

INTRODUCCIÓN

La estructura operativa de nuestra empresa que suministra servicios de transporte ferroviario está basada en:

- Un **Controlador de Tráfico** apoyado por un sistema computacional y/o archivos y registros manuales elaborados por el mismo o con ayuda de terceros para realizar las tareas de *Autorización Uso de las Vías*, y cualquier otra condición que pueda afectar el movimiento sobre las vías férreas.

- Un **Sistema de Comunicación de Radio/Telefonía** u otros medios que permitan un contacto directo y continuo entre el Controlador de Tráfico, las tripulaciones de los trenes, el personal de vía o los supervisores.
- Las **Tripulaciones de Trenes** en continua comunicación con el Controlador de Tráfico.
- Los **Sistemas Técnicos de Apoyo**, software (programas), hardware (aparatos electrónicos) y otros componentes que complementan el sistema.
- El presente **Código General de Normas de Operación** que en conjunto con el **Itinerario e Instrucciones Especiales**, el **Reglamento de Seguridad** y el **Reglamento de Uso de Frenos de Aire y Manejo de Tren**, rige las tareas y establece responsabilidades para que el sistema funcione en forma segura y eficaz.

FUNCIONES BÁSICAS

- El **Controlador de Tráfico** por los medios de los sistemas de apoyo resuelve cada solicitud para el uso de la vía, otorgándola, condicionándola o negándola según las circunstancias pertinentes.
- El **Sistema de Radio/Telefonía** sirve como medio de comunicación para las operaciones. Este sistema está concebido de tal forma que las estaciones fijas de radio están distribuidas dentro del territorio en operación asegurando una comunicación clara y legible con las bases móviles o vehículos, y/o estaciones.

En caso de una interrupción de las comunicaciones por radio, los trenes se deben detener al finalizar el último trayecto autorizado, permaneciendo en éste punto hasta que se rehabilite el sistema de radio/telefonía u otro medio adecuado de comunicación que permita el movimiento seguro de los trenes.

- El **Jefe de Tren** o **Maquinista** debe pedir directamente o por medio de otro trabajador calificado, la Autorización de Uso de Vía (A.U.V.) para su tren. El Maquinista no podrá pedir la A.U.V. con el tren en movimiento. El Jefe de Tren y/o el Maquinista se ocuparán

también de atender la vigilancia y operación de los cambios y de las maniobras del tren.

Las funciones del Maquinista y del Jefe de Tren son intercambiables siempre y cuando, el Jefe de Tren esté calificado y haya aprobado el curso de Maquinista.

- Cuando los **Patios de Maniobras** tengan un Supervisor asignado, el Controlador de Tráfico le debe avisar al Supervisor de Patio sobre cualquier autorización de uso de vía que eventualmente afecte su patio. Cuando un tren llega a un Límite de Patio (L.P.), el tren queda a órdenes del *Supervisor* de dicho patio.
- **El Dispositivo Telemétrico de Retaguardia** del tren se controla desde la cabina de comando del tren. Su principal función es señalar que el tren está completo. Además, indica la presión de aire del sistema de frenos de aire automático y el movimiento del último vagón donde está instalado. Cuenta con un dispositivo de aplicación de emergencia, que es aplicado (HOT) desde la cabina de la locomotora por el maquinista.
- Los **Trenes** en general circulan bajo demanda sin autorización preestablecida por medio de horario. La circulación se efectúa según las necesidades comerciales de la empresa.
- El Código General de Normas de Operación (C.G.N.O.) Se complementa con el **Reglamento de Seguridad** y con el **Itinerario e Instrucciones Especiales** donde establecen los requisitos para la composición de los trenes y la forma específica en que deben circular en cada sector de la red. El C.G.N.O. se complementan también por los **Boletines de Vía** y los **Boletines de Servicio**.