

Anexos

Anexo N°1 Experiencias de proyectos ferroviarios de tipo Cercanías en ciudades de los cinco continentes

América

El continente americano presenta contrastes. Estados Unidos, por ejemplo, siendo uno de los mejores países del mundo ha implementado un sistema de vías destinadas a autos particulares, sus ciudades tienen vías saturadas, han llegado al límite, se ha pensado en soluciones a largo plazo y de inversión en transporte público masivo.

En Latinoamérica, autoridades de algunas ciudades han notado la necesidad de transporte masivo y sostenible debido al crecimiento demográfico (BID, 2011).

Santiago de Chile (1 línea de 135km en tracción eléctrica), Santa Fe de Bogotá (tren de la sábana con 200km sin electrificación e inoperativo con proyección futura), Buenos Aires (7 líneas de ferrocarriles sub urbanos 550km en tracción eléctrica y diésel), Sao Paulo (CPTM con 258km tracción eléctrica) y Ciudad de México (1 línea de 27km de tracción eléctrica), Curitiba fue de los mejores ejemplos de transporte sostenible.

Curitiba, con menos de dos millones de habitantes, ha sustentado su crecimiento desde el año 1985 cuando se diseñó e implementó el Plan Maestro basado en el uso del suelo, sistema vial y transporte público (BID, 2011). Las vías ferroviarias son utilizadas para el transporte de carga principalmente, dado el crecimiento se prevé su uso para el transporte de pasajeros el cual apoyará el sistema de autobuses.

La ciudad de Lima Metropolitana tiene casi 10 millones de habitantes carece vías ferroviarias sub urbanas. Se cuenta con apenas 35km en tracción eléctrica de metro, no un tren de cercanías. La línea 2 de metro tampoco podrá competir con un tren sub urbano.

Asia, África y Oceanía

En la mayoría de países asiáticos no existen sistemas ferroviarios, solo algunos como Japón y China poseen estas vías. Tokio, Beijing cuentan con este sistema.

En África solo Johannesburgo (RSA) cuenta con el sistema Gautrain con 80km de tracción eléctrica. En Oceanía es Australia el que lidera el continente, Melbourne (Conenex Melbourne 20 líneas con 832km en tracción eléctrica), Sidney (CityRail 16 líneas de 2060km en su mayoría de tracción eléctrica) y Perth (TransPerth 5 líneas de 173km en tracción eléctrica), el sistema brinda beneficio económico, ambiental y social al país.

Europa

En Europa oriental el panorama es similar a los países en crecimiento de Asia, todavía carecen del sistema y en algunas ciudades donde existe este sistema el mantenimiento es ineficiente.

Las mejores experiencias están en Europa Occidental. Las ciudades de Alemania, Holanda, Suecia, España, Austria y Francia son referente mundial para este tipo de proyectos. Los casos más exitosos radican en Munich, Madrid, Barcelona y Amsterdam.

Munich al ser una ciudad de extensión media el sistema de tranvías o metros ligeros y buses son suficiente para el transporte de su población.

Anexo N° 2 Aspectos clave que sustentan el proyecto

El Perú en su rápido crecimiento económico generado en los últimos años alcanzó cifras de crecimiento de más de 6% en el PBI durante 10 años hasta el 2011 con un valor de \$176 758 millones (Pro Inversión, 2012), sin embargo el crecimiento ha caído al 4.8% en el último año (MEF, 2014) con un valor superior a las \$200 000 millones. Se requiere levantar las cifras a través de la inversión público privada.

Asimismo, la brecha de infraestructura que asciende al 35% del PBI valor del \$70 000 millones no disminuye. El Perú mantuvo su pobre competitividad sin poder salir del puesto 60 en infraestructura (61 países analizados).

El proyecto implica 3 de las 5 sub divisiones en infraestructura: básica (transporte puesto 53), tecnológica (transporte automatizado con material móvil y operación en base a lo últimos avances, puesto 60) y salud y medio ambiente (puesto 48).

Anexo N° 3 Lista de interesados del proyecto

Lista de interesados:

Influencia Positiva:

- ❖ Estado peruano
- ❖ Ministerios: Transporte y Comunicaciones. de Energía y Minas, del Ambiente, de Vivienda Construcción y Saneamiento, de Economía, de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, de Turismo. En general la PCM.
- ❖ Municipalidad Metropolitana de Lima.
- ❖ Sindicato de Construcción del Perú y de la Lima.
- ❖ Empresa ejecutora de proyecto, empresa que realiza el estudio y diseño.
- ❖ Proveedores de materiales y maquinaria.
- ❖ Ciudadanos de la ciudad, visitantes en su totalidad.
- ❖ Empresas locales de comercio y producción.
- ❖ Empresa de operación y mantenimiento.
- ❖ Empresas internacionales que compiten para la adjudicación del proyecto.

Influencia Negativa: (Pseudo influenciados de manera negativa)

- ❖ Transportistas del sistema actual.
- ❖ Ciudadanos de los cuales será necesario expropiar sus viviendas por el pase del trazado de la vía y estaciones.

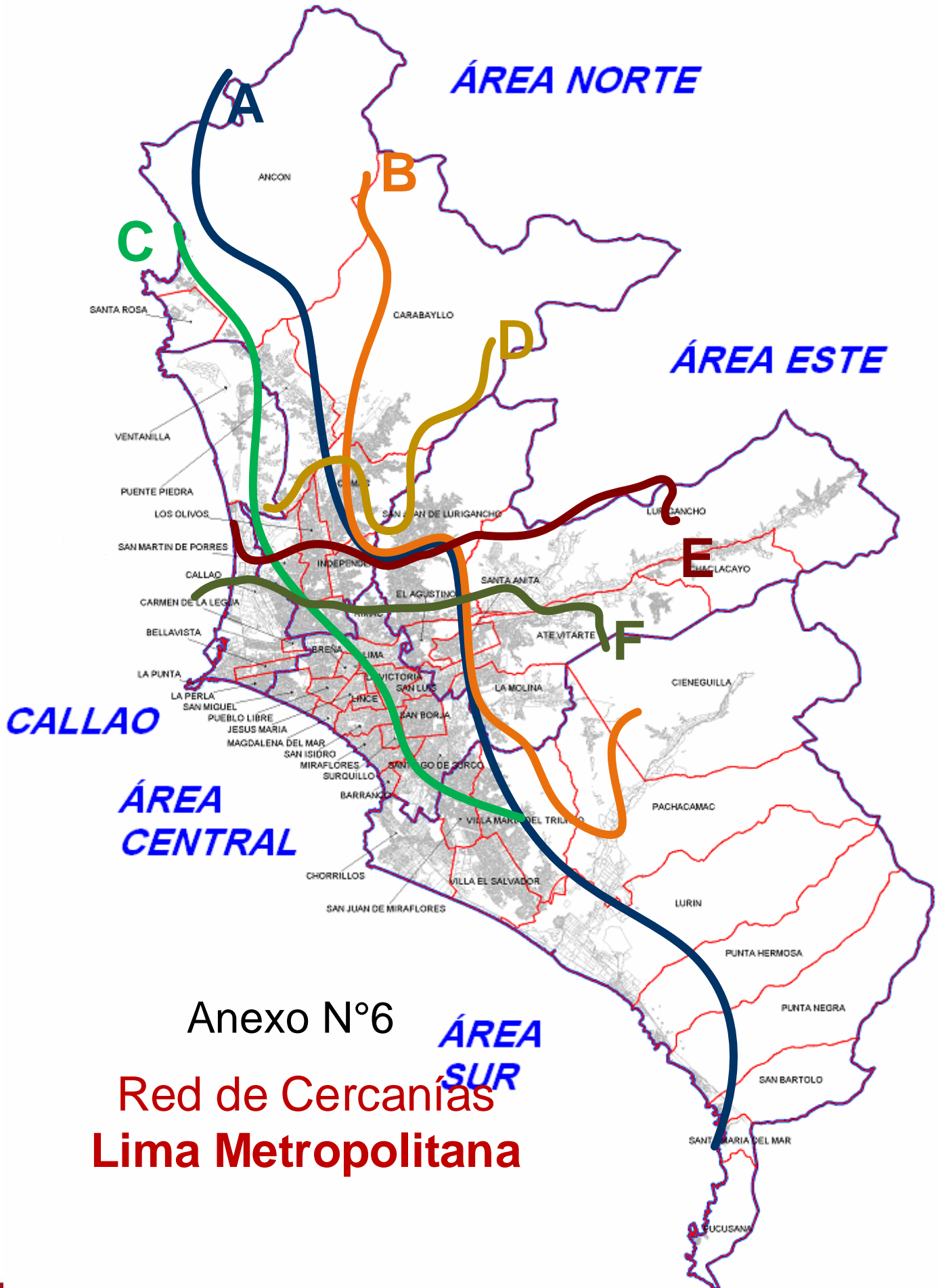
Anexo N°4 Acta de Constitución del Proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO		
INFORMACIÓN GENERAL		
Nombre del proyecto	Red ferroviaria de Cercanías Lima	
Fecha	01/10/2015	
Sponsor o patrocinador ejecutivo	Estado Peruano	
Director del proyecto	Sr./ Sra.	
JUSTIFICACIÓN DEL NEGOCIO /NECESIDAD DEL PROYECTO		
El sistema de transporte actual representa pérdidas económicas, ambientales y sociales para la ciudadanía. Se requiere un proyecto de transporte urbano eficiente para incrementar rentabilidad.		
FINALIDAD DEL PROYECTO / OBJETIVOS ESTRATÉGICOS		
Brindar un sistema de calidad para los ciudadanos de Lima, se incrementará competitividad y reducirán pérdidas.		
ALCANCE DEL PROYECTO		
Implementación de la red ferroviaria de Cercanías (312km) para la ciudad de Lima. Gestión del proyecto. <i>Fuera del alcance</i> : infraestructura de interconexión modal, proyectos energéticos.		
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		
La proyecto está ubicado en la ciudad de Lima según se muestra en el mapa de la Red Ferroviaria. Consiste en 312km de vía férrea en placa de concreto armado de tipo Rheda 2000, representa una inversión de US\$ 9360 millones de dólares (US\$ 30 millones de dólares c/km). Estará alimentado por catenaria con corriente continua de 3kV, contará con material móvil Civia para pasajeros y la Series S - 253 de locomotoras para el transporte de mercancías.		
ENTREGABLES O REQUISITOS DE ALTO NIVEL		
Expropiación de terrenos	Infraestructura ferroviaria	Superestructura ferroviaria Infraestructura complementaria
METAS DEL PROYECTO		
Concepto	Objetivos	Criterios de aceptación
Económico	TIR mínima	15
	Costo de inversión	US\$ 9360 millones
Tiempo	Duración del proyecto	5 años
	Fase de contratación	30 días
	Fase de obra	4 años y 10 meses
	Fase de cierre	30 días
Calidad	Funcionalidad	Actividades de servicio y mantenimiento se canalicen por espacios distintos al de los usuarios
	Flexibilidad	Distribución flexible de espacios de usuarios, administrativos y gerencia. Servicios de infraestructura fijos
	Estética	Paisaje
	Confort	Altamente confortable
	Tecnológico	Equipamiento de equipos, sistema, material móvil
Otros	Seguridad	Sistema, conexión a agencias policiales y de seguridad. Defensas físicas y arquitectónicas.
	Político	Monitoreo en la actualización de normas
	Social	Monitoreo permanente de los stakeholders
	Legal	Cambios que afecten el proyecto
SUPOSICIONES DEL PROYECTO		
Económicamente el proyecto supone una inflación mesurada (expresada mediante formulas polinómicas), apoyo constante de los inversores, factibilidad del negocio y/o agencia, y ausencia de cambios importantes en el diseño del proyecto. Cumplimiento de los plazos. No existencia de estado de guerra.		
Respecto a los requerimientos legales, institucionales y de licencia social, se supone la otorgación de la licencia de construcción (también anteproyecto, planos, memorias, cambio de uso, etc por la municipalidad). Asimismo se supone el manejo de los requerimientos de los "sindicatos" de construcción civil, dentro de márgenes tolerables.		
PRESUPUESTO (EN DÓLARES AMERICANOS)		
	TOTAL PRESUPUESTO	US\$ 9360 millones
PRINCIPALES INTERESADOS		
Ver matriz de interesados		
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE ALTO NIVEL		
Indefiniciones proyecto, haber realizado un programación inadecuada, errores en la estimación de los costos. Relaciones vecinales complejas. Dificultad en la entrega de permisos, huelgas, accidentes laborales, calidad no conforme, accesibilidad del proyecto. Debe existir una compatibilización adecuada. Cambios en el alcance del proyecto, retrasos en los cobros y pagos.		

REQUISITOS PARA LA APROBACION DEL PROYECTO	
Los principales requisitos del proyecto se definen en los acuerdos que se logren con los Sindicatos de Construcción, el Municipio. Es clave la conversacion con dichos interesados: Los sindicatos debido a la zona son un elemento a tomar en cuenta y que puede hacer fracasar el proyecto, el Municipio proque permite que el proyecto se inicie. El Estado deberá autorizar la ejecución del proyecto.	
DEFINICIÓN DE ENFOQUE	
El rumbo a tomar en el proyecto es experiencia en organización, gestión y construcción de proyectos ferroviarios. La prioridad de la gestión es cumplir con los objetivos propuestos por el Estado y la ciudadanía. Por tal motivo, será sumamente importante tener una comunicación buena y constante entre todas las partes interesadas en el proyecto.	
IMPACTO	
Cambio del sistema de transporte con beneficios sociales, económicos y ambientales.	
IMPACTO AMBIENTAL/ ESTUDIO DE TRÁFICO	
El tráfico podrá ser derivado en vías contiguas, estableciendo frecuencias de rutas. Se mitigarán el ruido y cambio paisajista con pantallas acústicas y revegetación.	
DESIGNACIÓN DEL DIRECTORIO DEL PROYECTO Y NIVEL DE AUTORIDAD	
Director general	Sr./ Sra.
Equipo de directorio	Sr./ Sra.
	Sr./ Sra.
Nivel de autoridad	Suficiente y atribucion para resolver conflictos que puedan poner en riesgos objetivos
Responsabilidades	El director y su equipo tendran que elaborar el plan de Direccipon del proyecto y asegurar su cumplimiento, llevar a cabo labores de seguimiento y control, tomar decisiones sobre aspectos que tengan impacto en alcance, costo o plazo comprometidos. Asegurar la integridad y calidad de los entregables generados

Anexo N°5 Enunciado del alcance

Enunciado del alcance		
Fecha: octubre 2015	Nombre del Proyecto: Red ferroviaria de Cercanías de Lima.	Versión: I
Director del proyecto: Sr.	Miembros del equipo: Según se designe	Otros interesados: Según matriz de interesados
Patrocinador: Estado Peruano		
Ciente: ciudad Lima		
Descripción del producto o servicio		
<u>Antecedentes:</u> el sistema de transporte actual representa daños económicos, ambientales y sociales, es de urgencia implementar un proyecto que no represente coste y plazo como líneas de metro.		
<u>Objetivos:</u> implementar 312 km de vía férrea para el transporte eficiente de la ciudadanía de Lima.		
Plazo: producto final 5 años		
Costo total: US\$ 9360 millones (dólares americanos)		
Beneficios: TIR mínima = 15%, reputación de la empresa		
Entregables		
Expropiación de terrenos		
Construcción de infraestructura		
Implementación de superestructura		
Subestaciones		
Estaciones, naves y centros de control		
Criterios de acetación		
El entregable final debe estar finalizado al 100% dentro del plazo de entrega, debe haber pasado inspección y revisión por parte del patrocinador. Las pruebas de control de calidad deberán tener resultados satisfactorios.		
Exclusiones: está fuera del alcance construcción de infraestructura de intercambio modal.		
Restricciones: personal y maquinaria. Plazo, cronograma y presupuesto.		
Prioridades: 1 Alcance, 2 Plazo, 3 Costo		
Supuestos: ausencia de cambios en el alcance, inflación mesurada durante el proyecto, ausencia de estado de guerra y/o catástrofe natural.		



Anexo N°6

Red de Cercanías Lima Metropolitana

Anexo N°7 Detalle de las líneas del proyecto

- ❖ **Línea A: Pucusana – Ancón: (107km)**

Inicia en el distrito límite de sur de Lima Metropolitana que le permitirá integrarse de manera rápida con el centro y demás periferias de la ciudad.

Sigue en paralelo a la carretera Panamericana Sur en la mayoría de su recorrido. Parte de esta vía será compartida con las líneas B y C. La vía finaliza en el distrito de Ancón (cerca del Parque Ecológico Nacional Antonio Raimondi) a travessando el distrito de Santa Rosa.

- ❖ **Línea B: Pachacamac – Carabayllo: (69km) (21km de vía compartida.)**

Recorre las grandes localidades del sur este de la ciudad de Lima, inicia en el distrito de Pachacamac que posee expectativa de crecimiento y diversificación económica.

Atraviesa el distrito turístico de Lurín para continuar por los distritos de Villa el Salvador y Villa María del Triunfo e integrándose a la altura del puente Atocongo con la vía de la línea A.

Por el norte integra al distrito de Carabayllo bifurcándose del recorrido de la línea A a la altura de la de la Av. Túpac Amaru, atraviesa los distritos de Independencia y Comas.

- ❖ **Línea C: Chorrillos – Ventanilla: (58km)**

Para completar las líneas que recorren en sentido sur norte, esta línea inicia su recorrido en los Pantanos de Villa donde habrá una estación de interconexión que unirá a los pasajeros con la línea A.

El trayecto de esta línea utilizará túneles que pasará por debajo de una parte del distrito de Miraflores y/o Magdalena (dos túneles), continuará su recorrido por la Av. Elmer Faucett. Se unirá al distrito de Ventanilla por el norte.

- ❖ **Línea D: Aeropuerto – San Juan de Lurigancho: (28km)**

Inicia su recorrido en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez continuando por la Av. Tomás Valle atravesando el distrito de San

Martín de Porres, luego sigue por el distrito del Rímac (recuperación de distrito histórico), se une a San Juan de Lurigancho por la av. Próceres finalizando en la Av. El Sol otorgando mayor alcance que la actual línea 1 del Metro.

❖ Línea E: Bellavista – Lurigancho: (38km, 5km de vía compartida)

Inicia en el distrito de Bellavista, cerca de la Base Naval y el Aeropuerto, continúa por la Av. Argentina donde se encuentra una antigua vía ferroviaria de traviesas de madera.

Se une en su recorrido a las vías compartidas con las líneas A y B, se vuelve a separar en la autopista Ramiro Prialé para llegar hasta el distrito de Lurigancho (Chosica), promueve también el desarrollo urbano de la localidad de Huaycán. Los ciudadanos más alejados podrá ser beneficiarios del programa de vivienda social (hacer la ciudad más compacta).

❖ Línea F: La Punta – Cieneguilla: (38km)

La última línea del proyecto inicia cerca del centro del distrito de La Punta y continúa su recorrido por la Av. Miguel Grau, Av. Guardia Chalaca y Av. La Marina, luego sigue por una de las Av. de mayor demanda la Av. Javier Prado y continúa a travessando La Molina muy cerca del Estadio Monumental, finalmente ingresa al distrito de Cieneguilla por la Av. Cieneguilla y atraviesa la localidad de Manchay. En este punto es importante acotar que se promueve el desarrollo urbano por el trazo de la ruta el cual está orientado a hacer de la ciudad más compacta por lo que las localidades más alejadas pueden ser parte del programa de beneficiarios por vivienda social.

Anexo N°8 Plan de calidad

PLAN DE CALIDAD		
INFORMACIÓN GENERAL		
Nombre del proyecto	Red ferroviaria de Cercanías Lima	Documentos de entrada: Líneas base e alcance, tiempo y costo. Guía: PMBOK versión V, ISO 10005
Fecha	oct-15	
Patrocinador ejecutivo	Estado peruano	
Director del proyecto	Sr./ Sra.	

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD SGC Y RESPONSABILIDADES		
Requerimientos generales y de documentación: PDP, líneas base de alcance. Establecimiento de PPI		
Responsabilidades de la dirección: El Director del proyecto y su directorio se compromete a implementar el presente plan durante los procesos de proyecto siendo significativo durante la implementación, control.		
Objetivo de calidad: los entregables cuanto mínimo cumplirán o excederán las necesidades, expectativas y requerimientos del cliente de manera integral.		
Política de calidad: la empresa busca a través del PDP y de este plan realizar sus entregables con la misión de superar las expectativas así como de ganar prestigio como una empresa confiable en parte a través de su excelente SGC.		
GESTION DE LOS RECURSOS		
Provisión de los recursos: los materiales y equipos serán solicitados y gestionados junto al área de logística y calidad y siguiendo las directivas de la planificación de las adquisiciones para evitar retrasos que afectan costo y plazo.		
Recursos humanos: serán gestionados para realizar las actividades según su cuadrilla o cargo, deben tener las habilidades requeridas para sus funciones.		
Infraestructura y ambiente de trabajo: ambientes confortables, seguros, se debe tener además los medios		
ALCANCE		
Implementación de la red ferroviaria de Cercanías (312km) para la ciudad de Lima. Gestión del proyecto.		
Fuera del alcance: infraestructura de interconexión modal, proyectos energéticos.		
REALIZACIÓN DEL ENTREGABLE. ASEGURAMIENTO		
Planificación de la realización de producto: los procedimientos de construcción de la infraestructura solicitada por el cliente se realizarán siguiendo las normas nacionales del RNE así como normas internacionales según se apliquen, el personal será capacitado, los equipos serán los apropiados así como los materiales empleados. Esto será documentado.		
Compras: los materiales deberán contar con un certificado de calidad por parte de los proveedores, las maquinarias con certificados de mantenimiento y cambios realizados, antigüedad, modelo.		
Seguimiento y medición: el aseguramiento de la calidad se realizará a través de los puntos de control establecidos según la actividad y el responsable del proceso liberará la actividad. Se tomará medición en cada actividad y registro.		
MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA. CONTROL		
El control será a través del registro de las actividades y verificación de los resultados posteriores, el entregable puede ser adecuado o calificado como NO conforme que en su caso se dará un tratamiento de corrección.		
Control de producto NO conforme: se dará tratamiento inmediato a cargo del responsable del entregable y su equipo de trabajo, el responsable evaluará si es posible corregir sin gran impacto en el tiempo y costo, de ser así se procederá al procedimiento indicado para cada actividad o paquete de trabajo, de no ser posible se rehará el trabajo.		
Análisis de datos: en los entregables se analizarán los resultados obtenidos y de qué manera y en qué parte de proceso se han visto mayormente influenciados. Esta documentación será entrada del proceso de mejora continua.		
Mejora continua: con los resultados y el análisis se establecerán medidas y procedimientos para que los cambios que se efectúen sean graduales pero de manera eficientemente aplicativa.		
ENTREGABLES O REQUISITOS DE ALTO NIVEL		
Expropiación de terrenos		Superestructura de vía
Infraestructura de vía		Edificaciones complementarias
METAS DEL PROYECTO		
Concepto	Objetivos	Criterios de aceptación
Económico	TIR mínima	15
	Costo de inversión	US\$ 9360 millones
Tiempo	Duración del proyecto	5 años
	Fase de contratación	30 días
	Fase de obra	4 años y 10 meses
	Fase de cierre	30 días
Calidad	Funcionalidad	Actividades de servicio y mantenimiento se canalicen por espacios distintos al de los usuarios
	Flexibilidad	Distribución flexible de espacios de usuarios, administrativos y gerencia. Servicios de infraestructura fijos
	Estética	Paisaje
	Confort	Altamente confortable
	Tecnológico	Equipamiento de equipos, sistemas y material móvil.
Otros	Seguridad	Sistema, conexión a agencias policiales y de seguridad. Defensas físicas y arquitectónicas.
	Político	Monitoreo en la actualización de normas
	Social	Monitoreo permanente de los stakeholders
	Legal	Cambios que afecten el proyecto
PRINCIPALES INTERESADOS		
Matriz de interesados		
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE ALTO NIVEL		
Indefiniciones proyecto, haber realizado un programación inadecuada, errores en la estimación de los costos. Relaciones vecinales complejas. Dificultad en la entrega de permisos, huelgas, accidentes laborales, accesibilidad del proyecto. Debe existir una compatibilización adecuada. Cambios en el alcance del proyecto, retrasos en los cobros y pagos. Esto origina NO conformidades o deterioro de la calidad.		
DESIGNACIÓN DEL DIRECTORIO DEL PROYECTO Y NIVEL DE AUTORIDAD		
Director general	Sr./ Sra.	
Equipo de directorio	Sr./ Sra.	
	Sr./ Sra.	
	Sr./ Sra.	
Nivel de autoridad	Suficiente y atribucion para resolver conflictos que puedan poner en riesgos objetivos. Realizar la planificación, aseguramiento y control en nivel alto.	
Responsabilidades	El director y su equipo tendran que elaborar el plan de Direccipon del proyecto y asegurar su cumplimiento, llevar a cabo labores de seguimiento y control, tomar decisiones sobre aspectos que tengan impacto en alcance, costo o plazo comprometidos. Asegurar la integridad y calidad de los entregables generados	

Anexo N°9 Características del tren Civia

Modularidad

Es la principal característica del tren Civia, pueden formarse composiciones variables en cuanto al número de coches en función de la demanda, línea de circulación, espacio horario. Civia podrá estar constituidos por dos, tres, cuatro o cinco coches con capacidades que varían desde las 414 plazas (126 sentadas y 288 de pie) hasta las 997 (277 sentadas y 720 de pie) (Renfe, 2015).

Existe tres tipos de coches: extremo con cabina de conducción y piso alto; intermedio de piso alto e intermedio con servicios higiénicos con piso bajo a altura de andén con objeto de facilitar el acceso a personas con movilidad reducida.

Combinaciones de estos coches formarán cuatro tipos de tren en función de características técnicas y demanda. Series 462 (dos coches con cabina), 463 (dos coches cabina y un remolque de piso bajo), 464 (dos coches con cabina, un remolque de piso bajo y otro de piso alto) y 465 (dos coches con cabina, un remolque de piso bajo y dos de piso alto). También son conocidos como Civia II, III, IV y V respectivamente.

Civia tendrá idénticas prestaciones funcionales, comerciales y de confort; mismos sistemas de potencia, control, de auxiliares y de información al viajero; idénticas prestaciones de tracción y freno; diferenciándose únicamente en su capacidad de transporte.

Podrán circular acoplados y con mando múltiple con otro tren Civia de igual o diferente número de coches sin ninguna restricción técnica, funcional o comercial. La capacidad de dos trenes Civia V acoplados será de casi 2000 personas, resuelve altas demandas. Se debe considerar longitud de estaciones, por cada tren Civia V deberá tener 110m.

Civia consigue optimizar comodidad y calidad para el cliente, maximizar fiabilidad y disminuir costes de mantenimiento y energéticos. Posee innovaciones tecnológicas como informatización de equipos de potencia, control y auxiliares, sistema digital de comunicaciones.

Estructura

Las cajas están construidas con perfiles de aluminio soldados formando una estructura que ha permitido reducir notablemente la tara. El interior de la caja está revestido con piezas moldeadas en resinas fenólicas, aluminio y estratificados para facilitar limpieza.

El piso está formado por paneles de madera ligeros forrados de aluminio y sujetos a la estructura mediante apoyos elásticos. Los testeros frontales son de fibra de poliéster reforzado con vidrio y están dotados de dispositivos anti cabalgamiento con absorción de energía cinética en caso de choque.

Las puertas (4 en total, 2 en cada lado), con un paso libre de 1.3m, son automáticas, encajable deslizante, de doble hoja y de accionamiento neumático y eléctrico, mando por microprocesador.

Cuentan con un estribo abatible, con accionamiento neumático y mando eléctrico, conjugado con las puertas. Permite acceso a las personas con movilidad reducida. La cabina de conducción está separada de la sala de viajeros a través de una zona amplia acristalada, plana y de transparencia permanente.

Sistemas de tracción y auxiliar

Civia está equipado con un innovador sistema de potencia constituido por equipos idénticos y funcionamiento independiente constituido por onduladores directo con IGBT de 6,5 kV, fueron los primeros instalados en el mundo.

Estos dos equipos se encuentran interconectados para su funcionamiento simultáneo y prestaciones de tracción o freno eléctrico se sumen.

El convertidor de tracción, que alimenta eléctricamente a los motores de tracción, está constituido por un ondulator eléctrico de tracción, con conexión directa a la catenaria de 3 kV DC y que utilizó por primera vez IGBTs de 6,5 kV de tensión inversa.

El sistema de refrigeración está constituido por un circuito cerrado de recirculación de agua. El convertidor incorpora una unidad de mando y control equipada con microprocesadores, ésta gobierna el sistema y se comunica con el sistema informático de control y mando.

El motor de tracción es trifásico asíncrono de seis polos, autoventilado y encapsulado, con rotor en cortocircuito. Está diseñado para funcionar conectado a onduladores y genera una potencia de 320 kW, con un peso de 1.150 kg. Este motor presenta como principal innovación tecnológica el uso del aire como medio de refrigeración.

Sistema de freno

Los trenes Civia están dotados con dos sistemas de freno:

- ❖ Eléctrico mixto, de recuperación de energía y reostático, con preferencia del primero.
- ❖ Neumático de disco por aire comprimido, automático, de tipo analógico directo.

Ambos sistemas están combinados de tal manera que los trenes tienen las siguientes modalidades de freno:

- ❖ El freno de servicio es el principal y utiliza exclusivamente el freno eléctrico de recuperación y/o reostático hasta que el valor del esfuerzo total solicitado sea superior a la capacidad del freno eléctrico. A partir de ese momento el valor del freno eléctrico es suplementado, instantánea y automáticamente, por el esfuerzo del freno neumático de los bogies remolques y motores, hasta alcanzar el esfuerzo total de freno solicitado.
- ❖ Freno de auxilio, es una modalidad exclusivamente neumática y se emplea para remolcar o ser remolcado por otro tren.
- ❖ Freno de urgencia, es una modalidad de freno puramente neumático a utilizar exclusivamente en caso de emergencia, acción directa del freno neumático en todos los bogies, y en su máxima potencia.
- ❖ Freno de estacionamiento, funciona a través de un sistema basado en muelles acumuladores de energía y que actúan desplegándose.

Bogies y suspensión

Civia poseen tanto bogies motores como remolques. Los coches extremos apoyan su extremo libre en un bogie remolque y en el extremo opuesto sobre uno motor compartido con el coche adyacente. Los coches intermedios se apoyan, en ambos extremos, sobre motores compartidos.

Los bogies son de dos ejes con ruedas enterizas templadas superficialmente con aros insonorizadores con los que se consigue la disminución de la emisión sonora provocados por las ruedas, especialmente en curvas.

Los bogies motores llevan dos motores de tracción asíncronos, suspendidos del bastidor, accionan cada eje por medio de un acoplamiento y un reductor calado en el eje. Presenta como principal innovación utilizar el aire como sistema de refrigeración. El freno neumático de los bogies se aplica sobre discos sujetos a cada rueda.

La suspensión primaria es de resortes de caucho-acero de tipo cónico y que unen elásticamente el bastidor de bogie con cada caja de grasa. La suspensión secundaria está constituida por dos o cuatro balonas neumáticas de gran desplazamiento.

Los dos ejes extremos disponen de engrasadores de pestaña y quitapiedras, y todos los ejes llevan taco generadores.

Sistema de conducción

Civia está equipado con diferentes sistemas que facilitan la conducción. Se puede realizar una conducción manual, en la que el maquinista, después de elegir la posición de tracción o freno regula de un modo continuo la aceleración en tracción o la deceleración en freno.

En el sistema de conducción de régimen taller, el tren circula en función de la velocidad solicitada por el maquinista, hasta un máximo de 20 km/h; mientras que la conducción en régimen de acoplamiento se efectúa automáticamente a una velocidad de 3 km/h.

Por último, puede efectuarse la conducción en régimen de socorro, pudiendo circular a una velocidad de 30 km/h en el supuesto en que todos los sistemas informáticos y de control se encontraran averiados.

Sistema de mando, control y comunicación

Civia posee un sistema integrado de mando y control (Cosmos), efectúa las funciones de recepción de órdenes de mando provenientes del personal de conducción y de sistemas de conducción automática, de diferentes equipos de potencia, neumático, climatización, seguridad.

Gestiona información recibida, crea órdenes de mando para todos los sistemas y genera información que necesite el personal de conducción y mantenimiento referentes a incidencias y/o averías del tren (de todos sus equipos), envía esa información a los talleres o puesto de mando.

Cosmos gestiona el sistema de ahorro energético que permite la desconexión de determinados equipos cuando se detecta inactividad del tren.

Equipos auxiliares

El sistema de suministro de energía eléctrica a los equipos auxiliares está constituido por dos convertidores estáticos iguales de 160 kW cada uno, estando conectados en paralelo, tienen funcionamiento independiente.

Este sistema suministra energía eléctrica a todos los equipos auxiliares.

El equipo de producción de aire está integrado por un compresor de aire rotativo, capaz de producir 1.500 litros a 10 bares; un secador de dos cámaras y un compresor auxiliar.

El sistema de acoplamiento está conformado por un acoplamiento automático tipo Scharfenberg ubicado en cada extremo frontal que realiza el acoplamiento mecánico, neumático, eléctrico, electrónico e informático entre dos trenes Civia de un modo automático.

El Sistema Central de Comunicaciones (SCC) dispone de tecnología GSM y está preparado para la tecnología GPSR. Realiza el establecimiento y gestión de comunicaciones con los distintos terminales de tierra y comunicaciones internas con otros equipos embarcados.

Transmite voz y datos a puestos de control y a talleres relativos al consumo energético, al sistema cuenta personas (Cuper), averías e incidencias de todos los sistemas y equipos principales y auxiliares.

Está equipado con equipos de radio-comunicación Tren-tierra; de Asfa; de anti patinaje y antibloqueo.

Posee una central estática de seguridad que registra todos los parámetros relacionados con la seguridad en la circulación del tren, sistema de medición del consumo energético.

Distribución interior y prestaciones a los clientes

Se caracteriza por espacios diáfanos y luminosos que permiten una gran movilidad en el interior dedicado a los viajeros. En los extremos de los coches con cabina se sitúan los elementos de conducción y aparatos de control.

Los materiales empleados son de alta resistencia al fuego y baja emisión de humos y gases tóxicos, no existen elementos que presenten aristas o partes cortantes que puedan dañar al viajero. Cuenta con insonorización interior y exterior, consecuencia de materiales aislantes acústicos y empleo de medidas “antirruído” en todos los equipos instalados.

Cuenta con un amplio pasillo de inter circulación entre coches que permite a los viajeros considerar al tren como un único salón, mejora distribución de viajeros. Incorpora una puerta al nivel de la rasante de andén, facilita el acceso a las personas de movilidad reducida.

El sistema de información al viajero utiliza formas acústicas y visuales para ofrecer comunicaciones relativas al servicio, emisión de vídeos, información con imágenes del recorrido, un equipo megafónico de información y sistema de teleindicadores exteriores frontales y laterales.

Civia sustituye el concepto de calefacción/refrigeración por el de climatización, siendo independiente la climatización de las cabinas de conducción de las de los salones de viajeros.

La refrigeración y calefacción en el salón de viajeros de cada coche se realiza por medio de dos unidades compactas. La regulación de la temperatura en los salones de viajeros es automática y está en función de la temperatura exterior de valores preestablecidos controlados informáticamente.

Cuenta con un sistema de video vigilancia constituido por una pantalla ubicada en pupitre de conducción y dos cámaras por coche. El equipo almacena registros de 15 días anteriores, en caso de emergencia pone en contacto visual a los viajeros con el personal de conducción.

Anexo N°10 Detalles de la serie S – 253 locomotoras

Locomotoras son monotensión para circular bajo catenarías de 3 kV en corriente continua.

Ofrecen una potencia de 5400 kW con convertidores IGBT, controles de tracción Mitrac IGBT y un módulo de transmisión que desarrolla una velocidad máxima de 140 km/h.

Las locomotoras tiene la posibilidad de instalar bogies de ancho UIC.

Estructura

La caja tiene una estructura modular con dimensiones de 18.9 mm de longitud entre topes y 3.0 mm de ancho máximo.

La locomotora posee dos cabinas de amplias dimensiones en cada extremo, se accede desde cualquiera de los costados (cuatro puertas en total), está dotada de un pupitre con un diseño ergonómico que permite el acceso del maquinista a todos los mandos y sistemas.

La sala de máquinas ocupa todo el espacio comprendido entre dos cabinas presurizadas de diseño ergonómico.

Las cabinas están construidas con acero anti penetración e incluye zona de absorción de impactos, topes y elementos reemplazables, dispositivos anti cabalgamiento.

El sistema de climatización de las cabinas incluye los equipos de aire acondicionado, calefacción y ventilación.

Sistemas de tracción y freno

La serie 253 posee 4 motores trifásicos asíncronos, que se encuentran suspendidos, proporcionan potencia de 5400 kW, representa 7.337 CV. La potencia nominal es de 5200 kW en tensión entre 3000 y 3600V.

Proporciona una fuerza de tracción máxima en el arranque de 300kN.

La locomotora 253 dispone de varios tipos de freno, están fabricados por Knorr bajo las normas de UIC.

El freno electrodinámico es del tipo regenerativo y reostático, tiene una fuerza de frenada limitada a 200 kN, con una potencia de freno máxima de 2.600 kW.

Al ser regenerativo, la energía producida en la frenada se reutiliza permitiendo un ahorro del 10% en el consumo de energía, demanda menos esfuerzo tractor al arranque.

Sistema de control y auxiliares

Cuentan con el sistema de seguridad ASFA Digital. Todas las locomotoras tienen preinstalación de ERMTS. La representación de procesos de máquina 253 se ofrece en el pupitre de las cabinas tanto en la pantalla de diagnóstico como en la de ASFA y ERTMS.

Los topes de la 253 cuentan con amortiguadores de colisión que absorber gran parte de la energía en caso de un choque frontal.

Anexo N°11 Detalle de proceso constructivo

Terraplenes ferroviarios:

Extendidos y compactados de suelos de adecuada capacidad portante. Las cuñas de transición son una parte de los terraplenes. Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- ❖ Preparación de la superficie de asiento: extracción de material de tierra vegetal en la profundidad requerida en planos según el estudio de suelo o a juicio del Director del Proyecto.
Para conseguir debida fricción, trabazón se escarificará la cimentación del terraplén. Se adoptarán medidas de drenaje pertinentes.
- ❖ Extensión de las tongadas: se construirá el cuerpo empleando materiales que cumplan las especificaciones técnicas. Las tongadas serán de espesor uniforme y sucesivo sensiblemente paralelas a la explanada.
El espesor no será mayor a 25cm medidos después de la compactación. El material será de características uniformes.
- ❖ Humectación y desecación: se comprobará la humedad del material previo al extendido o inmediatamente después.
El rango tolerable será 2% respecto de la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado. De no cumplirse se procederá a humectar en un máximo del 2% el material, si fuera excesiva la humedad natural se desecará hasta el valor indicado.

- ❖ Compactación: luego de conseguir humedad óptima se procederá a compactar mecánicamente hasta conseguir el 95% de la densidad máxima del ensayo Proctor Modificado.

El material empleado será suelo local que se obtendrá de las excavaciones realizadas en obra. Deberá cumplir las condiciones de puesta en obra, estabilidad, deformabilidad, capacidad portante.

Drenaje:

Material prefabricado impermeable bajo el eje o en bordes de la plataforma. También drenaje transversal para saneamiento superficial a través de cunetas, drenaje de la plataforma con tubos perforados, también será profundo para guiar o cortar corrientes subterráneas.

Se comprobará salida de agua, que no se encuentren obstruidas, tuberías y canales serán limpiadas con agua a presión.

Viaductos, túneles:

En los pases de terraplén a viaducto el cambio de rigidez es decisivo. La vía en placa brinda solución al cambio de rigidez (Dueñas Naranjo, 2012). Los túneles serán integrados al paisaje, tener en cuenta velocidad de diseño y sección de túnel. Controlar sistemas de seguridad y operación.

Estabilizaciones:

Reducción de asentamientos globales de plataforma, existe experiencia en carreteras, pavimentos de aeropuertos. Suelo cemento será empleado en el proyecto para brindar mayor durabilidad, permite el uso de materiales locales. Estabilizaciones con cemento y cal junto con el suelo gravoso reduce altura de plataforma, reduce peso en viaductos.

El proyecto ferroviario de cercanías tendrá terraplenes limitados en altura, se da prioridad al uso de viaductos sobre pilotes en lugar de terraplenes. Se utilizarán estabilizaciones proporcionando durabilidad, capacidad de soporte, rigidez y menores asentamientos.

Para grava el cemento podrá ser suficiente, en su defecto, en suelos de mayor contenido plástico, primero utilizar cal (reducción de la plasticidad) y luego cemento.

Anexo N°12 Procedimiento y elementos de la vía en balasto

Se procederá a la construcción en el siguiente orden:

Capas de asiento: transmiten carga a la plataforma, brindan amortiguamiento. Las capas de asiento son el sub balasto y balasto, el segundo más permeable que el primero ideal para el drenaje y la evaporación. El balasto proporciona elasticidad, sin embargo precisa de constante mantenimiento.

El balasto será de origen ígneo o sedimentario conglomerado de forma cúbica de tamaños de arista entre 31.5 y 63mm.

La capa de sub balasto y balasto se calculará con cargas. Los espesores oscilan entre 15cm y 30cm respectivamente, son calculados con mayor frecuencia por el método SNCF que toma en cuenta el tráfico y el CBR de la plataforma.

El balasto en alta velocidad es altamente peligroso por el “vuelo del balasto” que daña la vía y el material rodante a velocidades mayores a 350km/h.

Traviesas: elementos transversales que se colocarán entre la capa de balasto y el carril. Mantiene la nivelación, inclinación y geometría de la vía. Serán de concreto post tensadas mono bloque.

Alta resistencia y conservación a diferencia de las antiguas traviesas de madera. Longitudes entre 2.70m y espaciadas a no menos de 0.5m y no más de 1.0m. Algunos problemas que se tiene en cuenta es resistencia al impacto de los cambios de rigidez de vía.

Serán colocadas con maquinaria y verificando espaciamiento. Vida útil de 50 años sin mantenimiento apreciable.

No serán traviesas polivalentes sino fabricadas para el ancho UIC.

Sujeciones: elementos que mantienen el carril unido a la traviesa, brindan aislamiento eléctrico al carril de la traviesa.

Amortigua vibraciones e impactos por su elasticidad, contribuye a mantener el ancho de vía permitiendo las velocidades de diseño.

Las sujeciones están formadas por diferentes parte las cuales se colocarán en orden: placa de asiento elástica, luego el carril, seguidamente piezas aislantes exterior e inferior, ajustar con los tornillos de sujeción. Se utilizará sujeciones Pandrol o Vossloh.

Carril: será poco deformable pero también elástico, la adherencia es baja permitiendo consumo reducido de energía, precisa leve pendiente y mayor longitud de frenado.

El carril será de forma patín Vignole UIC 60. Será colocado encima de la placa elástica de asiento de la sujeción y luego anclada por el muelle de sujeción. El uso del carril UIC 60 de mayor peso reduce el número de averías, aumenta la resistencia a los esfuerzos de corte (alma), resistencia al momento volcante (patín) y apoyo a la pestaña de la rueda (cabeza).

Se requiere certificado de calidad del proveedor, en el Perú las empresas de acero no fabrican carriles ferroviarios, internacionalmente la empresa Arcelor Mittal es líder brindando seguridad y calidad debido a su experiencia.



Soldadura aluminio térmica, Valladolid – España

Fuente: fotografía Propia

Juntas de carril y soldadura: las juntas carril no deberán usarse por generar puntos débiles de vía. Esfuerzos de flexión e impacto el material móvil dañan la vía.

Se deberá utilizar vía sin juntas: barra larga soldada. Trabaja como viga continua. Será soldada por personal capacitado, se utilizará el tipo aluminio térmica. Durante la auscultación en el mantenimiento predictivo se tendrá principal atención al pandeo de la vía. Utilizar aparatos de dilatación.



Carriles soldados, BLS, Valladolid – España

Fuente: fotografía propia

Aparatos de vía: elementos de carril que permiten desvío y cambio de dirección del trazo, permite la bifurcación y convergencia de líneas, generan mayores flujos sin tener mayores vías. Se requerirá desvío sencillo, en diagonal y doble diagonal o bretelle.

Los desvíos posibilitan el paso de circulaciones de una vía a otra, están formadas por cambio, zona intermedia (carriles de unión) y cruzamiento. Serán prefabricados.



Desvío en estación de cercanías, estación Chamartín - Madrid

Fuente: fotografía propia



Vía en balasto operativa, estación de Ciempozuelos - Madrid

Fuente: fotografía propia

Anexo N°13 Elementos de la vía en placa

Capa de asiento: ausencia del balasto, la sub capa será de concreto pobre simple de 30cm de espesor, la capa será de concreto armado de 35Mpa, el acero se armará prefabricado con las traviesas, la capa de concreto será vaciada al colocar las traviesas.

Traviesas: bloque de concreto post tensado, prefabricadas con celosía.

Sujeción: IOARV – 300/1 de Vossloh alto rendimiento y vida útil.

Carril: Vignole UIC 60 con soldadura aluminotérmica desempeño uniforme.

Aparatos de vía: montados en obra con precisión milimétrica.



Vía en placa Rheda 2000 antes de vaciado

Fuente: Renfe

Anexo N°14 Variantes vía en placa



Vía en placa Rheda 2000

Fuente: Renfe



Transición vía en placa Rheda 2000 a Dywidag

Fuente: Renfe



Transición vía en placa Dywidag a Edilon

Fuente: Renfe

Anexo N°15 Elementos adicionales complementarios

Catenaria o línea aérea de contacto (LAC):

Transporta energía eléctrica hacia el tren, los postes deberán estar correctamente cimentados, se utilizarán postes metálicos empotrados que puedan resistir las condiciones de viento más severas.

El tensado del cable de catenaria se realizará con equipos especializados y verificando la fuerza de contacto entre el pantógrafo y el hilo.

La fuerza media aumenta cuando aumenta la velocidad del tren por lo que la catenaria deberá estar sujeta a los dos postes.

La tipología de catenaria será determinará con estudios.



Catenaria sujeta, Cercanías Madrid

Fuente: fotografía propia



Contacto pantógrafo catenaria, Cercanías Madrid

Fuente: fotografía propia

Se rigidizará por tramos con la posibilidad de tensionar dinámicamente.

Subestaciones:

Suministro la energía de tracción, recibe energía de alta tensión y transforma al voltaje de alimentación, para trenes de cercanías se requiere 3000V de corriente continua.

Las subestaciones reparten energía a los sistemas de electrificación (catenaria). El montaje de las subestaciones será según planos para electrificación. Serán construidos por especialistas del rubro.

Estarán a cargo de los profesionales especialistas en transmisión y conducción eléctrica, las sub estaciones tienen un procedimiento según capacidad y características.

Centros de control y estaciones:

Diseñados bajo las normas pertinentes.

El centro de control será de sistema dual de concreto armado, las estaciones serán de albañilería confinada por ser edificaciones de máximo dos pisos, los andenes serán de concreto armado correctamente señalizadas.



Peaje con puertas móviles, estación Ciempozuelos, España

Fuente: fotografía propia

Anexo N°16 Naves de mantenimiento Metro de Madrid



Nave de mantenimiento Cercanías El Escorial

Fuente: fotografía propia



Nave de mantenimiento de Metro de Madrid

Fuente: Metro de Madrid



Puertas de acceso de trenes a naves estacionamiento, Madrid

Fuente: Metro de Madrid

Anexo N°17 Mantenimiento en instalaciones ferroviarias

Mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias:

- ❖ Catenaria: vigilar la no variación del hilo de contacto y carga de tensado que oscilará entre 1.5 – 2 ton. Controlar el funcionamiento de los demás componentes mecánicos como péndola, tirantes, aisladores.
Especial atención en las presiones generadas y engrases entre pantógrafo y catenaria. Verificación de altura, descentramientos. Donde sea posible se deberá colocar catenaria rígida con barras de aluminio u otro elemento ligero pero rígido.
- ❖ Sub estaciones: deberá ser tele mandada, con distintos niveles de acceso. El diseño deberá permitir rápida intervención. Disponer de autómatas programables para diagnosticar y notificar fallos.
- ❖ Sistemas electrónicos: identifica y predice fallas de elementos de señalización ferroviaria y sistema de operación.
- ❖ Equipos electromecánicos: según el tipo y la demanda de su uso se elaboran planes específicos y detallados para cada uno.

- ❖ Material móvil: según detalles del fabricante y con correspondencia entre componentes, sean coche motor o remolque. Se utilizará planes específicos de mantenimiento predictivo concordantes con uso y frecuencia de servicio.
- ❖ Vía ferroviaria: se requiere vigilancia continua en parámetros geométricos y estado de los materiales del carril, traviesas y fijaciones. Los vehículos auscultadores permitirán diseñar mantenimiento correctivo y también predictivo según los niveles de calidad en el que se encuentre la vía y sus aparatos, el alineamiento es uno de los parámetros más importantes.

Anexo N°18 Procesos de conservación preventivo predictivo

Para vía en balasto se tienen los siguientes procesos de conservación, mantenimiento preventivo predictivo:

- ❖ Obras de fábrica: limpieza del drenaje longitudinal y transversal con herramientas manuales, agua a presión.
- ❖ Balasto: limpieza y depuración, se retira mediante maquinaria o herramientas manuales donde se detecte contaminación, material orgánico. Elimina crecimiento de vegetación. Cambio del balasto cuando haya perdido funcionalidad.
- ❖ Carril de vía ferroviaria (geometría): se requerirá realizar trabajos de reposición geométrica de los parámetros de la vía (ancho, peralte, nivel y alineación), es quizás este mantenimiento el más importante por representar seguridad, eficiencia y continuidad de operación. Son realizados por maquinaria especializada.
- ❖ Amolado y estabilizado de carril (material): implica operaciones de rebaje y corrección de defectos de carril mediante medios mecánicos (tren de amoldado y de estabilizado). Se deberá también engrasar los aparatos de vía como cruzamientos, desvíos.

Anexo N°19 Fundamentos de eficiencia energética del proyecto

Vía férrea: el tránsito de trenes está respaldado por el contacto entre carril y rueda de eje que presenta mucha menor fricción que el contacto entre llanta

de auto y pavimento. Representa más movimiento con menos consumo de energía, el diseño requiere leves pendientes y constante rigidez de rodadura.

Vía en placa: representa mantenimiento reducido respecto de la vía en balasto. Por las noches se da tránsito de mercancías, los camiones que complementan recorridos también son nocturnos. Durante el día las vías quedan despejadas para tránsito fluido sin esperas. Las paradas son más distanciadas y establecidas.

Energía eléctrica como fuente: uso en el sistema en remplazo de las fuentes de origen fósil y conversión a tensión de alimentación en subestaciones directos a la LAC representan menores pérdidas y máximo aprovechamiento para el movimiento.

Material móvil, freno regenerativo: la vía férrea precisa de pendientes pequeñas, las longitudes de frenado son mayores: se pierde energía. Se usa parte de la energía de frenado para el siguiente arranque: freno regenerativo.

Material móvil, modularidad: el transporte actualmente responde la demanda por frecuencia de buses, en horas punta se saturan mientras que en horas de menor demanda los transitan vacíos. Horarios de trenes permitirán medir mejor el tiempo. Frecuencia en función de horas (menor demanda arribos cada 30min).

Capacidad para armarse por número de coches en función de la demanda, en horas punta podrán transitar dos Civia V unidos (2000 pasajeros) cada 10 o 15min mientras que horas de baja demanda podrá hacerlo un Civia III (500 pasajeros) cada 30min, no hay capacidad sin utilizarse ni desperdicio energético.

Reducción del uso del auto particular: el tránsito de vehículos particulares representa no solo congestión sino también consumo de energía, ésta es más usada para el movimiento del vehículo que de los pasajeros. En los procesos de frenado y arranque se consume energía (fuente fósil). El tren usa energía para el movimiento de pasajeros más que para el propio.

Mitigación de la congestión: se aplicarán restricciones con la puesta en operación del proyecto, recuperar espacios públicos para vías sostenibles con

transporte que precise de energía de cada persona (bicicleta y caminar). Las vías quedarán despejadas permitiendo mayor flujo y eliminando tráfico.

Anexo N°20 Energías de fuente renovable de mayor potencial en el Perú

Undimotriz: energía eléctrica a partir del movimiento de olas, es uno de los tipos de energía renovable más estudiadas. Su principal característica es que se puede predecir condiciones óptimas de oleaje que permiten mayor eficiencia en su proceso, esto representa costes menores respecto de la marmotriz.

En el Perú la investigación es limitada, en la franja costera nacional se encuentran las ciudades de mayor densidad poblacional: debe ser tema de investigación y promoción. Al estar las ciudades cerca del litoral las distancias desde plantas de generación hasta puntos de alimentación son menores que en una hidroeléctrica.

Deberá ser estudiada para determinar su verdadero potencial de explotación como incremento del suministro energético en la costa peruana. Según investigaciones preliminares la capacidad sería entre 15 a 25kW por metro de ola, este valor no es muy elevado, se requerirá de mejores estudios para definir viabilidad.

Eólica: el potencial eólico se concentra en la costa peruana con velocidades usuales mayores a 5m/s considerada económicamente viable, las zonas costeras de mayor capacidad están al sur y norte del Perú dejando a Lima aislada.

Para el proyecto es poco viable. La energía undimotriz se ve de mejor llegada; sin embargo a nivel de país la energía eólica puede complementar otras fuentes de energía, en especial en las regiones de Piura, Lambayeque e Ica.

Solar fotovoltaica: se presenta en la serranía, poca continuidad en la costa y niveles más bajos en la selva. En las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna se presentan valores de entre 6.0 a 6.5 kWh/m². Se han desarrollado proyectos de este tipo en estas zonas. Para Lima será necesario realizar estudios de viabilidad, una restricción es la falta de continuidad de radiación.

Anexo N°21 Mecanismo de compensación y mitigación de impactos ambientales negativos

Uso de energía eléctrica a partir de fuentes renovables: el transporte genera el mayor consumo de combustibles de origen fósil responsable de la mayor cantidad de emisiones de GEI, con uso de energía eléctrica renovable la huella de carbono del transporte se reduce notablemente.

Eficiencia energética: características técnicas, tecnología empleada del material móvil y sistemas de operación brinda mejor aprovechamiento de energía eléctrica, se consigue mejor y mayor capacidad de transporte con menor consumo de energía. Es también factor para reducción de huella de carbono.

Mayores espacios públicos destinados a parques: vías exclusivas para transporte público masivo, vías destinadas a autos particulares serán reducidas. Se utilizan espacios destinando su uso a veredas, parques. La nueva vegetación contribuye a la reducción de emisión de C*.

Barrera acústica y revegetación: la medida de mitigación de ruido producido por el paso de trenes es colocar pantallas acústicas acompañadas por vegetación para su integración con el paisaje, las plantas presentan escenario de mitigación por el proceso de transformación de CO₂ en O₂, similar al punto anterior.

Reducción del uso de vehículos particulares: la reducción de autos particulares es un hecho, su uso será restringido y solo autorizado en casos justificados y regulados. Disminución de tráfico, emisión de GEI de combustión de motores es reducida.

Anexo N°22 Evaluación de impactos según Conesa

Para la evaluación de impactos primero se determinó, según diferentes autores, la presencia del componente ambiental en proyectos de este tipo, es decir, de transporte ferroviario.

Posteriormente se determinó el índice IA el cual debía ser mayor o igual a 0.80 para tomar como significativos esos impactos.

Para cada fase del ciclo de vida del proyecto se realizó la matriz de importancia según los parámetros de calificación de importancia (Conesa).

Resumen parámetros de calificación de importancia

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSION (EX) (Area de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Local	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	4
Total	8	Inmediato	4
Crítica	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo	1		
Sinérgico	2	simple	1
Muy sinérgico	4	acumulativo	4
EFECTO (EF) (Relación causa – efecto)		PERIÓDICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o periódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	0		

Parámetros de importancia según Conesa

Fuente: Universidad Politécnica de Madrid

A continuación se presentan las matrices de importancia:

Matriz de importancia: inicio/ planificación							
Impacto	Calidad del aire	Uso de Energía	Vegetación	Ruido	Paisaje	Accesibilidad	Policentrismo
Intensidad	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Extensión	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-1
Momento	-4	-2	-1	-4	-1	-1	-1
Persistencia	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Reversibilidad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sinergia	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1
Acumulación	-1	-4	-1	-4	-1	-1	-1
Efecto	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Periodicidad	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Recuperabilidad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Importancia	-17	-21	-13	-22	-13	-15	-13

Fuente: elaboración propia

Matriz de importancia: ejecución							
Impacto	Calidad del aire	Uso de Energía	Vegetación	Ruido	Paisaje	Accesibilidad	Policentrismo
Intensidad	-1	-2	-1	-2	-2	-1	-1
Extención	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1
Momento	-1	-1	-2	-4	-4	-1	-1
Persistencia	-1	-1	-1	-4	-4	-1	-1
Reversibilidad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sinergia	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Acumulación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Efecto	-1	-1	-1	-4	-4	-1	-1
Periodicidad	-1	-1	-1	-2	-4	-1	-1
Recuperabilidad	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Importancia	-15	-18	-16	-28	-32	-13	-13

Fuente: elaboración propia

Matriz de importancia: control y cierre							
Impacto	Calidad del aire	Uso de Energía	Vegetación	Ruido	Paisaje	Accesibilidad	Policentrismo
Intensidad	-1	-1	-1	-1	-1	2	4
Extención	-2	-2	-1	-1	-2	2	4
Momento	-1	-1	-1	-1	-1	4	2
Persistencia	-1	-1	-1	-1	-1	2	4
Reversibilidad	-1	-1	-1	-1	-1	4	2
Sinergia	-1	-1	-1	-1	-2	4	2
Acumulación	-1	-1	-1	-1	-1	1	4
Efecto	-1	-1	-1	-1	-1	4	4
Periodicidad	-1	-1	-1	-1	-1	4	4
Recuperabilidad	-1	-1	-1	-1	-1	4	2
Importancia	-15	-15	-13	-13	-16	37	44

Fuente: elaboración propia

Matriz de importancia: operación y mantenimiento							
Impacto	Calidad del aire	Uso de Energía	Vegetación	Ruido	Paisaje	Accesibilidad	Policentrismo
Intensidad	12	8	2	4	1	12	8
Extención	8	8	2	2	2	4	4
Momento	2	4	4	4	4	4	2
Persistencia	4	4	4	4	2	4	4
Reversibilidad	4	2	1	1	2	4	2
Sinergia	4	4	2	1	2	4	4
Acumulación	4	4	4	4	4	1	4
Efecto	4	4	4	1	1	4	4
Periodicidad	4	4	4	1	2	4	4
Recuperabilidad	8	8	2	2	2	4	8
Importancia	86	74	35	34	26	73	64

Fuente: elaboración propia

Las siguientes figuras presentan las unidades de importancia ponderada para cada componente ambiental.

De acuerdo a cada subsistema se presentan diferentes UIP, éstas fueron utilizadas para determinar los factores y aspectos ambientales más significativos.

Cuadro 1. Componentes Ambientales (Conesa,1997)

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	UIP
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire	60
		Clima	60
		Agua	60
		Tierra y suelo	60
		Procesos	60
		TOTAL M. INERTE	300
	MEDIO BIÓTICO	Vegetación	60
		Fauna	60
		Procesos	60
		TOTAL M. BIÓTICO	180
	MEDIO PERCEPTUAL	Valor testimonial	20
		Paisaje intrínseco	20
		Intervisibilidad	20
		Componentes singulares	20
Recursos científico-culturales		20	
TOTAL M. PERCEPTUAL		100	
TOTAL MEDIO FÍSICO			580
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL (USOS)	Recreativo al aire libre	20
		Productivo	20
		Conservación de la naturaleza	20
		Viarío rural	20
		Procesos	-20
		TOTAL M. RURAL	100
	MEDIO DE NÚCLEOS HABITADOS	Estructura de los núcleos	30
		Estructura urbana y equipamientos	30
		Infraestructuras y servicios	40
		T. M. NÚCLEOS HABITADOS	100
	MEDIO SOCIO-CULTURAL	Aspectos culturales	30
		Servicios colectivos	30
		Aspectos humanos	30
		Patrimonio histórico y artístico	30
T. M. SOCIO CULTURAL			120
MEDIO ECONÓMICO	Economía	50	
	Población	50	
	TOTAL M. ECONÓMICO	100	
TOTAL M. SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL			420
TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO			1000

Unidad de Importancia Ponderada (UIP) según Conesa

Fuente: Universidad Politécnica de Madrid

Anexo N°23 Modelo de influencia a través de regresión lineal múltiple

Se utilizó el programa SPSS 22 para determinar la influencia de las variables en ausencia y presencia del proyecto. SPSS 22 de IBM analiza regresiones de diferente naturaleza, en este caso lineales de variable múltiple.

En ausencia del proyecto se usa los datos de la siguiente tabla.

Influencia de variables en el costo sin proyecto (en los próximos 100 años)							
Rutas (tramos)	km	tiempo empleado (min)	Emisiones de C* (MTon)	Energía (TWh)	Sonido promedio (dB)	Costo: pérdidas (US\$ millones)	
A	1	53.5	90	93.18	708.2	85	221597.6
	2	53.5	90	93.18	708.2	85	221597.6
B	1	34.5	70	60.09	456.7	85	142899.4
	2	34.5	70	60.09	456.7	85	142899.4
C	1	29	60	50.51	383.9	85	120118.3
	2	29	60	50.51	383.9	85	120118.3
D	1	14	60	24.38	185.3	85	57988.2
	2	14	60	24.38	185.3	85	57988.2
E	1	19	45	33.09	251.5	85	78698.2
	2	19	45	33.09	251.5	85	78698.2
F	1	19	60	33.09	251.5	85	78698.2
	2	19	60	33.09	251.5	85	78698.2
		338		588.67	4474.1		1400000

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo como resumen del modelo los siguientes datos:

Resumen del modelo ^b										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F	
1	1,000 ^a	1,000	1,000	34,07177	1,000	1553722363	2	9	,000	,888

a. Predictores: (Constante), Energía, Tiempo empleado

b. Variable dependiente: Costo

Resumen del modelo en ausencia del proyecto.

Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22

Predictores del modelo son la energía y el tiempo empleado. Es redundante el sonido por lo que el programa lo suprimió del análisis.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-48,159	63,762		-,755	,469
	Tiempo empleado	2,801	1,546	,000	1,811	,104
	Energía	312,870	,012	1,000	25940,269	,000

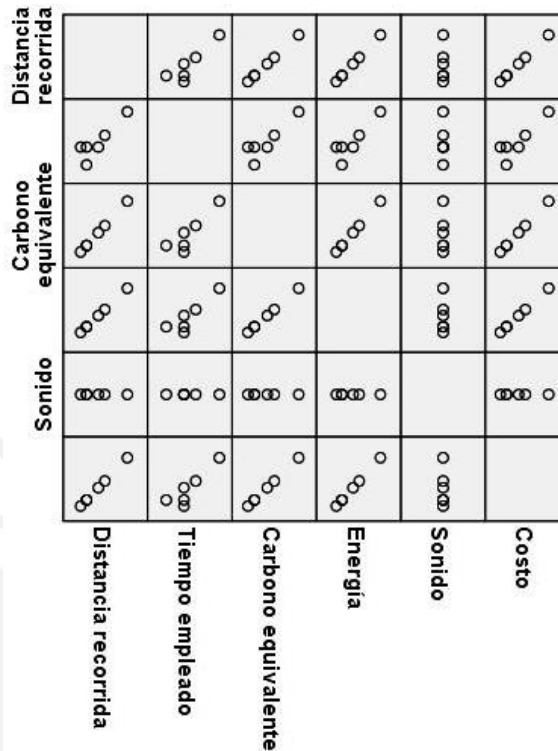
a. Variable dependiente: Costo

Coeficientes del modelo y significancia

Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22

El parámetro Durbin – Watson se encuentra en el intervalo de -1 y 1.5 lo cual es correcto. Se obtuvieron el intercepto y los coeficientes presentados.

Los gráficos de relación son los siguientes en formato matricial:



Gráficos de correlación en presentación matricial (ausencia del proyecto)

Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22

En presencia del proyecto se usa los datos de la siguiente tabla.

Influencia de variables en el costo con proyecto (ciclo de vida del proyecto)							
Líneas (tramos)	km	tiempo empleado (min)	Emisiones de C* (Mton)	Energía (TWh)	Sonido promedio (dB)	Costo ciclo de vida (US\$ millones)	
A	1	53.5	50	1.34	3.88	55	1740.8
	2	53.5	50	1.34	3.88	55	1740.8
B	1	34.5	33.5	0.86	2.50	55	1122.6
	2	34.5	33.5	0.86	2.50	55	1122.6
C	1	29	30	0.73	2.10	55	943.6
	2	29	30	0.73	2.10	55	943.6
D	1	14	15	0.35	1.02	55	455.5
	2	14	15	0.35	1.02	55	455.5
E	1	19	20	0.48	1.38	55	618.2
	2	19	20	0.48	1.38	55	618.2
F	1	19	22.5	0.48	1.38	55	618.2
	2	19	22.5	0.48	1.38	55	618.2
		338		8.46	24.5		10998

Fuente: elaboración propia

De la misma manera que en el caso sin proyecto se presenta el resumen con los valores en presencia del proyecto y los coeficientes estandarizados del modelo de regresión lineal múltiple.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F	
1	1,000 ^a	1,000	1,000	10,50333	1,000	1009032,342	2	9	,000	,918

a. Predictores: (Constante), Energía, Tiempo empleado

b. Variable dependiente: Costo

Resumen del modelo en presencia del proyecto.

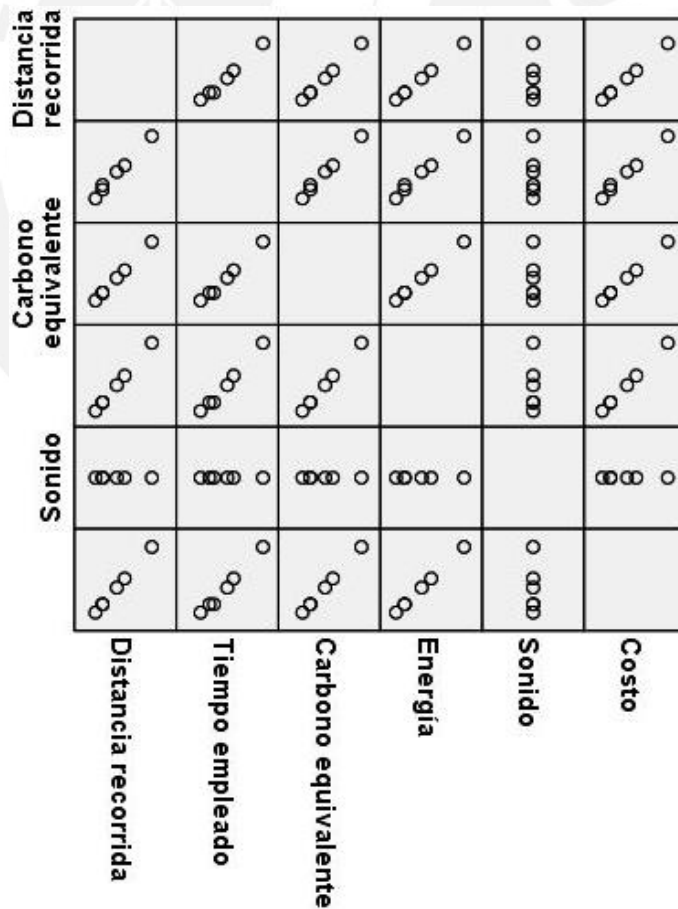
Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-33,997	14,264		-2,383	,041
	Tiempo empleado	3,849	2,873	,010	1,340	,213
	Energía	44,482	,342	,990	130,155	,000

a. Variable dependiente: Costo

Coefficientes del modelo y significancia

Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22



Gráficos de correlación en presentación matricial (presencia del proyecto)

Fuente: elaboración propia con programa SPSS 22

Anexo N°24 Cálculos de energía, emisiones y distancias recorridas

Se presenta la siguiente programación de trenes la cual es aproximada y general. Las frecuencias exactas así como la composición del tren de pasajeros Civia serán definidas según demanda de cada línea y horario.

El servicio opera durante 19 horas dando inicio a las 5:00 horas de cada día, durante la primera hora la demanda es creciente relativamente baja.

A diferencia del metro se establece horarios fijos en los trenes de cercanías, de esta manera los ciudadanos sabrán hora de llegada según cada estación ahorrando tiempos de incertidumbre.

Por la mañana y tarde en horas de mayor demanda se indica que el tren Civia deberá llegar en composición V triple para poder atender la afluencia.

Tránsito de trenes diario para todas las líneas (un sentido)				
Horarios	Intervalo (min)	N° de trenes	Composición Civia	Energía (kWh/km)
5:00 - 6:00	30	3	V doble	10.8
6:00 - 8:30	10	15	V triple	16.2
8:30 - 11:30	20	9	V doble	10.8
11:30 - 14:00	10	15	V doble	10.8
14:00 - 16:30	30	5	V doble	10.8
16:30 - 19:30	10	18	V triple	16.2
19:30 - 21:30	15	8	V doble	10.8
21:30 - 24:00	30	5	V simple	5.4

Fuente: elaboración propia

Para cada composición del tren Civia se consumen los valores indicados de energía por km recorrido. La siguiente tabla presenta el cálculo de energía que demandará el sistema.

Línea	A (107km)	B (69km)	C (58km)	D (28km)	E (38km)	F (38km)	
Horarios	Energía (kWh)						Σ
5:00 - 6:00	6933.6	4471.2	3758.4	1814.4	2462.4	2462.4	21902.4
6:00 - 8:30	52002	33534	28188	13608	18468	18468	164268
8:30 - 11:30	20800.8	13413.6	11275.2	5443.2	7387.2	7387.2	65707.2
11:30 - 14:00	34668	22356	18792	9072	12312	12312	109512
14:00 - 16:30	11556	7452	6264	3024	4104	4104	36504
16:30 - 19:30	62402.4	40240.8	33825.6	16329.6	22161.6	22161.6	197121.6
19:30 - 21:30	18489.6	11923.2	10022.4	4838.4	6566.4	6566.4	58406.4
21:30 - 24:00	5778	3726	3132	1512	2052	2052	18252
Σ	212630.4	137116.8	115257.6	55641.6	75513.6	75513.6	671673.6
	Energía total diaria red (MWh)						671.7
	Energía anual red (GWh)						245.16
	Energía anual red (TJ)						882.6

Fuente: elaboración propia

Los valores indicados de consumo energético corresponden a peso del tren en su capacidad total con personas de promedio 80kg. Las capacidades son simple con 997 personas, doble con 1994 y triple con 2991 respectivamente.

Se obtuvo que es requerida 671MWh de energía cada día para poder alimentar el sistema. En la actualidad, el consumo de energía del sector transporte utiliza prácticamente energía de origen fósil aunque siendo gas natural sigue siendo menos eficiente.

En el Perú se consume anualmente 285 578 TJ por parte del transporte terrestre, Lima metropolitana concentra alrededor del 60%, es decir 44740.6 cada año. La siguiente tabla indica la potencia instalada requerida de una central hidroeléctrica para satisfacer la demanda.

Consumo de energía actual anual	
285,578	Perú (TJ)
79327.3	Perú (GWh)
44740.6	Lima (GWh)
6451.4	Potencia requerida (MW)

Fuente: elaboración propia

El valor obtenido es bastante alto y poco viable para realizar. Se evidencia que el sector transporte es de lejos el más ineficiente energéticamente. En contraste, el sistema requeriría de una potencia instalada de 35.35MW aproximadamente. El proyecto es viable.

Potencia requerida (hidroeléctrica)	
Energía anual requerida (GWh)	245.16
Energía diaria requerida (MWh)	671.67
Potencia de central (MW)	35.35

Fuente: elaboración propia

Con la programación de frecuencia de trenes presentada se hace el cálculo de la capacidad de viajes que se podrían realizar aproximadamente.

La programación de trenes se ha realizado sobre la base de la experiencia de la ciudad de Madrid. La configuración de ciudad es similar porque en la periferia existe movilidad durante la mañana de forma masiva hacia el centro y viceversa durante la tarde.

La población en Lima es alrededor del 50% mayor que en Madrid. Por este motivo se ha adoptado colocar una capacidad de aforo de los trenes superior al 50% en la programación por línea para la ciudad de Lima en relación con la programación que existe en Madrid.

Asimismo, es posible que pueda ser insuficiente la capacidad especificada del tránsito de trenes, sin embargo es también una forma de promover poli centrismo en las ciudades. La siguiente tabla muestra el cálculo de pasajeros por línea y de la red.

Se podría transportar diariamente 2.2 millones de personas (400% más de lo que transportará la línea 2 del Metro de Lima cuando esté concluida). Este valor podrá variar con la programación y demanda exacta de cada línea pudiendo incrementarse ligeramente de ser necesario.

Cantidad de pasajeros del proyecto		
Horarios	c/ línea	Red
5:00 - 6:00	11964	71784
6:00 - 8:30	89730	538380
8:30 - 11:30	35892	215352
11:30 - 14:00	59820	358920
14:00 - 16:30	19940	119640
16:30 - 19:30	107676	646056
19:30 - 21:30	31904	191424
21:30 - 24:00	9970	59820
Σ	366896	2201376
Diario		2201376
Anual (millones)		803.5

Fuente: elaboración propia

Al año se podrán transportar 804 millones de personas.

El proyecto espera mantener como máximo 30% de la flota de transporte público actual con la puesta en marcha del sistema. Este 30% irá siendo reemplazado por buses accesibles y metros ligeros como siguientes etapas de consolidar el sistema de transporte integrado y sostenible que se necesita.

Cada kWh de energía eléctrica emite a 345gr de C*, diariamente se utiliza 671673 kWh, la siguiente tabla indica que en una hora se producen 9.66Ton de carbono equivalente producto del proyecto.

Al año se ahorrará el 70% de emisiones de carbono equivalente respecto del actual. Es decir, se dejará de emitir 4.12 MTon anualmente.

Emisiones de C* durante la vida útil del proyecto			
Energía diaria (kWh)	Energía (kWh/h)	C* (ton/h)	C* mitigado anual (MTon)
671673.6	27986.4	9.66	4.121

Fuente: elaboración propia

Anexo N°25 Cementerio de Ferrocarriles de Puerto Eten

Puerto Eten: ciudad de historia y olvido donde existía gran movimiento ferroviario Siglo XIX. Luego de la destrucción de miles de kilómetros de vías ferroviarias se optó por el transporte urbano a través de buses. Con la implementación de las líneas 1 y 2 del Metro se ha retomado el conocimiento en ferrocarriles.



Locomotora siglo XIX Puerto Eten, Lambayeque – Perú

Fuente: fotografía propia