



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación y propuesta para el incremento de la capacidad de transporte en la línea férrea del sur oriente (Cusco - Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual – 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Bocangelino Salas, Wilber Patrik (ORCID:0000-0001-9877-5469)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

A Dios quien ha guiado mi camino en estos tiempos difíciles y la vez satisfactorio quien me levanta cuando caigo y me enseña el camino.

A mis padres Justino y Hilaria, hermanos Fredy y Samuel mis hijos Anderson, Samir y Gareth a mi esposa Magaly quienes me acompañaron en este camino de sueños y anhelos, sueños que hoy me permite alcanzar metas trazadas a lo largo de este camino de ilusión

El autor

Agradecimiento

En primer lugar, doy gracias a Dios, quien me dio la vida y la oportunidad de estudiar la carrera de Ing. Civil y siempre a Dios todo poderoso quien guio, ayudo en el recorrido de este camino en los pasos que di quien me cuidó me dio fortaleza para no desmayar en la búsqueda de este propósito.

A mis padres Justino y Hilaria de quienes aprendí el valor del esfuerzo y perseverancia y a quienes alentaron a mis decisiones en la búsqueda de este sueño.

A mi asesor mg. JORGE RICHARD OLARTE PINARES quienes con su ayuda y conocimientos hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos y compañeros del Ferrocarril Transandino.

El autor

Índice de Contenidos

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de Contenidos.....	v
Índice de tablas	vi
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y Operacionalización	20
3.3. Población, Muestra, muestreo, Unidad de análisis.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimiento	25
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos:	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS	61
Matriz de Consistencia	62
Desvíos Propuestos	64

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz Operacionalización de variables	22
Tabla 2. Etapas de la investigación	27
Tabla 3. Tráfico de Pasajeros Nacional.....	29
Tabla 4. Ingreso de Turistas a la Ciudad del Cusco	29
Tabla 5. Afluencia Turística Nacional Mensual al Parque Arqueológico de Machupicchu, 2009-2019	30
Tabla 6. Afluencia Turística Internacional Mensual al Parque Arqueológico de Machupicchu, 2009-2019	31
Tabla 7. Cantidad de Usuarios de la Ruta Cusco Machupicchu, 2010-2019	31
Tabla 8. Demanda de Pasajeros y oferta de transporte a Machupicchu, 2010-2019	32
Tabla 9. Demanda de Pasajeros y oferta de transporte a Machupicchu, 2010-2019 por Día.....	32
Tabla 10. Características y resumen de la vía férrea	35
Tabla 11. Características de Rieles instaladas de la vía férrea.....	37
Tabla 12. Características de Rieles instaladas de la vía férrea.....	38
Tabla 13. Estaciones ferroviarias del sur oriente.....	40
Tabla 14. Frecuencias Actuales	42
Tabla 15. Saturacion de Formacion de coches	43
Tabla 16. Tráfico Ferroviario por operador 2018 y 2019	45
Tabla 17. Parque tractivo S.A Sur Oriente	46
Tabla 18. Parque Tractivo y Rodante Inca Rail	47
Tabla 19. Incremento de Frecuencias	49
Tabla 20. Ubicación y distancia entre estaciones rumbo Norte.....	50
Tabla 21. Ubicación y distancia entre estaciones rumbo Sur	51
Tabla 22. Capacidad máxima de coches	53
Tabla 23. Longitud de desvíos y proyección	54

Índice de Figuras

Figura 1 Trazo del Ferrocarril del Sur Oriente	33
Figura 2 Ferrocarril del Sur Oriente	34
Figura 3 Trazo Cusco Hidroeléctrica	35
Figura 4 Plataforma del tramo ferroviario	36
Figura 5 Almacenamiento de Durmientes	36
Figura 6 Estación ferroviaria Ollanta – Machupicchu.	39
Figura 7 Puentes Ferroviarios.	40
Figura 8 Geografía del tramo ferroviario	41
Figura 9 Cuadro estadístico de disponibilidad de locomotoras por año y mes.....	47
Figura 10 Cuadro estadístico de trafico anual de pasajeros 2010-2019	45
Figura 11 Grafica de cruzamiento de trenes	52
Figura 12 Longitud de desvíos y proyección	54
Figura 13 Longitud promedio de desvíos actuales	55
Figura 14 Longitud de desvíos en proyección a partir de 200 mts	55

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como título **“Evaluación y Propuesta Para el Incremento de la Capacidad de Transporte en la Línea Férrea del Sur Oriente (Cusco - Machupicchu) y su Impacto en la Infraestructura Vial Actual – 2021”**, Cuyo propósito es determinar la capacidad ferroviaria, del ferrocarril sur oriente Cusco - Machupicchu y determinar sus características físicas actuales lo que nos permitirá diagnosticar el estado actual de esta vía férrea y proponer la posibilidad de optimizar el uso que se le pueda dar a esta vía para el transporte de pasajero. El desarrollo de la presente tesis se hará a partir de la información suministrada por la empresa **FERROCARRIL TRANSANDINO S.A**, la cual tiene a cargo la concesión del ferrocarril sur oriente Cusco- Machupicchu y sus operadores ferroviarios **PERURAIL S.A** , **INKARAIL S.A** y paginas oficiales del **OSITRAN** y la información secundaria se extraerá de libros, tesis, artículos ferroviarios con condiciones similares al tramo de estudio Cusco – Machupicchu, finalmente está considerado una visita parcial a dicho tramo ferroviario para hacer un chequeo de su estado actual con respecto a la información suministrada por empresa concesionaria. Asimismo se procederá a identificar parte de las condiciones físicas actuales de la vía férrea y parte de la operación del transporte ferroviario específicamente en el transporte de pasajeros según la información obtenida y disponible publicadas por los operadores ferroviarios y otros corredores férreos con condiciones parecidas al del sur oriente visto a partir diseño geométrico de la vía férreos, frecuencias de tren , capacidad de transporte de pasajeros , desvíos para el cruzamiento de tren , distancias entre estaciones, velocidades y el material rodante , para que finalmente se obtenga la capacidad ferroviaria teórica de la red ferroviaria sur oriente Cusco – Machupicchu a partir de métodos analíticos, prácticos y determinar la optimización de la capacidad ferroviaria del corredor sur oriente mediante propuestas nacionales e internacionales que se asemejen a la realidad del transportes ferroviario del corredor sur oriente del Perú desarrollando simulaciones de capacidad máxima y elaborando los diagramas de movilización de trenes.

Palabras clave: capacidad ferroviaria, redes ferroviarias, transporte ferroviario e Infraestructura vial

Abstract

The title of this research work is "Evaluation and Proposal for the Increase of Transportation Capacity on the South East Railway Line (Cusco - Machupicchu) and its Impact on Current Road Infrastructure - 2021", whose purpose is to determine the capacity railway, of the south east railway Cusco - Machupicchu and determine its current physical characteristics, which will allow us to diagnose the current state of this railroad and propose the possibility of optimizing the use that can be given to this route for passenger transport.

The development of this thesis will be based on the information provided by the company FERROCARRIL TRANSANDINO SA, which is in charge of the concession of the south east railway Cusco-Machupicchu and its railway operators PERURAIL SA, INKARAIL SA and official pages of OSITRAN and the Secondary information will be extracted from books, theses, railway articles with similar conditions to the study section Cusco - Machupicchu and finally a partial visit to said railway section is considered to make a check of its current status with respect to the information provided by the concessionaire company.

Likewise, part of the current physical conditions of the railroad and part of the rail transport operation specifically in the transport of passengers will be identified according to the information obtained and available published by the railway operators and other rail corridors with conditions similar to that of the south. East seen from the geometric design of the railway, train frequencies, passenger transport capacity, detours for the crossing of the train, distances between stations, speeds and rolling stock, so that the theoretical railway capacity of the network is finally obtained Ferroviana Sur Orient Cusco - Machupicchu from analytical and practical methods and determine the optimization of the railway capacity of the south east corridor through national and international proposals that resemble the reality of rail transport in the south east corridor of Peru developing maximum capacity simulations and preparing the train mobilization diagrams.

Keywords: railway capacity, railway networks, railway transport and road infrastructure.

I. INTRODUCCIÓN

La ciudad del Cusco tiene por actividad principal el turismo, debido a las grandes construcciones arqueológicas como Sacsaywaman, Piquillacta, Písaq, Ollantaytambo pero el principal atractivo es la maravilla del mundo moderno nuestro majestuoso Machupicchu, en el valle sagrado del Cusco, por estos atractivos, vienen gran cantidad de turismo local, nacional e internacional, con datos progresivos durante estos últimos diez años de 1,500,000 turistas en el año 2010 a 3,500,000 en el año 2019 aproximadamente que visitan la ciudadela de Machupicchu este acontecimiento a echo que el flujo de personas y carga se incrementa desmedidamente sobrepasando la capacidad de transporte ferroviario, administrado por la empresa concesionaria de FERROCARRIL TRANSANDINO S.A con dos operadores ferroviarios que está a cargo de las empresas de Inkarail S.A y PerúRail S.A. , este último brinda el servicio turístico y transporte de carga y de habitantes que residen y laboran a lo largo del corredor férreo en sus distintos centros poblados desde hace veinte años, durante este tiempo dicha empresa ha contribuido con el desarrollo de la ciudad del Cusco y provincias aledañas al corredor ferroviario sur oriente del Perú.

Otro evento que llama la atención es el crecimiento poblacional en sus distintos centros poblados colindantes a la línea férrea originando nuevas construcciones de viviendas paralelas al corredor en mención viviendas que en muchos casos fueron construidas sin respetar el derecho de vía férrea establecido en el reglamento nacional de ferrocarriles, estos acontecimientos socioeconómicos incrementaron la demanda de transporte sumado al flujo de turistas locales, nacionales, internacionales demanda que supero la oferta de transporte ferroviario. Tanto así que se incrementaron otros medios de transporte como el vehicular incrementando así riesgos de accidentes e incidentes con daños materiales y personales en muchas ocasiones con consecuencias fatales.

En la línea de transporte ferroviario es importante tener en cuenta sistema de movimiento de trenes, material rodante que actúa sobre ella, las vías férreas, estaciones, paraderos, y el, como también la seguridad del transporte ferroviario que permita garantizar la integridad de los usuarios del transporte de carga y pasajeros desarrollando practicas seguras tomando en consideración las

normativas para el movimiento de trenes, reglamento nacional de ferrocarriles, las normas y especificaciones del transporte ferroviario que el proyecto permite. De este modo la presente investigación permite analizar la capacidad ferroviaria y el transporte ferroviario de pasajeros la circulación de trenes en la Red Ferroviaria Sur Oriente Cusco – Machupicchu.

Por lo tanto la presente tesis de investigación se aborda el tema “Capacidad Ferroviaria” aplicado al corredor ferroviario Sur Oriente del Perú en el tramo Cusco - Machupicchu, teniendo en cuenta el transporte ferroviario de pasajeros, en este estudio se establece la cantidad de trenes (Convoy), que pueden transitar en un tiempo y tramo determinados, encargándose de las características que se utilizaran en la operación ya sea el material rodante, estaciones ferroviarias, tramos de línea ferroviaria operativas, desvíos, las paradas en estaciones intermedias, cruces a nivel, tiempos de recorrido de estación a estación, tiempos de espera para los cruzamientos, diagrama de movilización según frecuencia y la velocidad de recorrido, normado por el reglamento de ferrocarriles del Perú y otras especificaciones técnicas, entre otros, según al funcionamiento de otros vías férreas con características similares en el país y otros que cuentan con infraestructura ferroviaria que se asemejan a nuestra realidad ferroviaria y a los diferentes métodos de cálculo de la “capacidad ferroviaria”. De este modo el presente proyecto de investigación **Evaluación y Propuesta Para el Incremento de la Capacidad de Transporte en la Línea Férrea del Sur Oriente (Cusco - Machupicchu) y su Impacto en la Infraestructura Vial Actual – 2021** el cual se enfoca en analizar los puntos focalizados e indispensables, para reconocer el movimiento del tráfico férreo de este modo proponer alternativas de solución.

Cabe destacar que como **VI** Impacto en la Infraestructura Vial y como **VD**; Incremento de la capacidad de transporte considerando como **realidad problemática** el incremento del transporte de pasajeros en la vía férrea del Sur Oriente (Cusco Machupicchu).

Analizando la realidad problemática se precisó formula el siguiente **problema general**:

¿En qué medida el incremento de transporte de pasajeros entre el año 2010-2019 en el tramo ferroviario (Cusco - Machupicchu) creció de forma exponencial, superando la demanda a la oferta, afectando la capacidad de transporte ferroviaria en el tramo ferroviario Sur Oriente? Como problemas específicos; la **primera** ¿Cuál es el tráfico actual la circulación de trenes es limitada debido a que no se cuenta con un plan de optimización de frecuencias que permitan el transporte en mayor número de pasajeros en el tramo ferroviario del sur oriente (Cusco Machupicchu) frecuencias se encuentran limitadas a una programación de trenes definida? La **segunda** ¿Cómo afecta la formación de trenes en la capacidad ferroviaria en cuanto al transporte de pasajeros en el corredor férreo del sur oriente (cusco-Machupicchu) y su grado de afectación en la infraestructura actual? y la **Tercera** ¿En qué medida la Evaluación y propuesta de mejora de la longitud de los desvíos de la vía férrea incrementaría la capacidad de transporte en el tramo ferroviario del Sur Oriente (Cusco - Machupicchu) con lo que se tendría un impacto positivo en la infraestructura vial actual - 2021?

Continuando con la secuencia esquemática del proyecto de investigación se muestra la **justificación del problema**; desde el punto de **vista teórico**, el presente trabajo se justifica porque se busca plantear el incremento de la capacidad del transporte ferroviario por otro lado también quiere demostrar la “Capacidad Ferroviaria” aplicado al corredor ferroviario Sur Oriente del Perú en el tramo Cusco - Machupicchu, en su máxima capacidad tomando en cuenta el transporte ferroviario de pasajeros, considerando el reglamento nacional de ferrocarriles del Perú , en este estudio se establece la cantidad de trenes (Convoy), que pueden transitar en un tiempo y tramo determinados, formación de trenes y desvíos ferroviarios encargándose de las características que se utilizaran en la operación ya sea el material rodante, estaciones ferroviarias, tramos de línea ferroviaria operativas, desvíos, las paradas en estaciones intermedias, cruces a nivel, tiempos de recorrido de estación a estación, tiempos de espera para los cruzamientos, diagrama de movilización según frecuencia y la velocidad de recorrido, normado por el reglamento de ferrocarriles del Perú y otras especificaciones técnicas.

La investigación fijo como **objetivo general**: Evaluar y proponer el incremento la capacidad de transporte de pasajeros en la vía férrea del Sur Oriente (Cusco -

Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual - 2021 como **objetivos específicos**: La **primera** analizar las frecuencias de tren permitirá el incremento de la capacidad de transporte de la vía férrea del Sur Oriente (Cusco-Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual – 2021 ; la **segunda** reconocer y determinar el incremento de la capacidad de transporte de pasajeros en el tramo ferroviario Sur Oriente (Cusco Machupicchu) a partir de la formación de trenes en su máxima capacidad y la **tercera** evaluar y proponer la mejora de la longitud de los desvíos de la vía férrea incrementaría la capacidad de transporte en el tramo ferroviario del Sur Oriente (Cusco-Machupicchu) y se tendría un impacto positivo en la infraestructura vial actual - 2021.

Planteando los problemas y fijado sus objetivos se formulan las **hipótesis**, teniendo como **hipótesis general**: determinar la capacidad máxima en el transporte de pasajeros que permita mejorar la capacidad ferroviaria en el transporte de pasajeros en el corredor férreo sur oriente (Cusco- Machupicchu) lo que generara un impacto positivo sobre el rendimiento de la infraestructura actual – 2021.

Las hipótesis específicas; la **primera** determinar el incremento de frecuencias que permitirá el incremento significativos de la capacidad de transporte de la vía férrea del Sur Oriente (Cusco Machupicchu) y vez buscar un impacto positivo en la infraestructura vial actual – 2021; la **segunda** determinar el incremento en la formación de trenes a su máxima capacidad para el transporte de pasajeros en el tramo ferroviario Sur Oriente (Cusco-Machupicchu) y su grado de afectación en el impacto de la infraestructura actual y la **tercera** evaluar y proponer la mejora de la longitud de los desvíos de la vía férrea para de esta manera incrementar la capacidad de transporte en el tramo ferroviario del Sur Oriente (Cusco Machupicchu) y sobre todo controlar el impacto sobre la infraestructura vial actual - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de investigación, se ha efectuado la consulta a la teoría existente sobre el tema de investigación, respecto a ello se identificó los siguientes estudios en el ámbito internacional

Según Camilo Andrés Cadena Mora y Cristian Jesús Silva Díaz en su trabajo de investigación titulado la “Determinación de la capacidad ferroviaria del corredor Facatativá – Bogotá con sus características físicas actuales, las conclusiones principales son las siguientes:

La capacidad ferroviaria encontrada en concordancia al método seleccionado UIC fue de 20 trenes/día, esta se lograría añadiendo el material de equipo apartaderos o cambiavías en los intervalos que tengan mayor distancia una de la otra, permitiéndose así que aumente la constancia y periodicidad de los trenes, de esta manera se aprovecharían todos los apartaderos en los que no es probable instalar cruces.

La capacidad ferroviaria está estrechamente ligada a la velocidad en la que se mueve un material rodante, de la misma forma la velocidad es afectada directamente por el ancho de la trocha, al momento de incrementar el ancho de la trocha, también incrementa su velocidad, por lo tanto, la capacidad ferroviaria incrementaría.

Una vía ferroviaria con mantenimientos frecuentes y eficientes en su superestructura e infraestructura y con una adecuada inversión en el material rodante debería estar en la capacidad de trasladar un elevado número de pasajeros a diario, pues sería una solución a los problemas de movilidad que hoy en día existen las vías de acceso en el occidente de Bogotá, ya que si consideráramos una supuesta cantidad de 20 trenes/día y realizamos un simple cálculo multiplicando la capacidad de trenes/día y la capacidad límite de pasajeros serían 560 pasajeros que lograría trasladar la “Locomotora Diésel” que hoy en día funciona para el traslado de pasajeros del tren turístico “Sabana Bogotá”, en conclusión le convendría a esta Locomotora Diésel, pues alcanzaría a trasladar de 11200 pasajeros/día.

Asimismo, Según María Eugenia Camacho Ledesma Talía Eunice Rico Nieto
“*Transporte de Carga Ferroviario en México: Perspectivas y Realidades*”

Conclusiones

En su referencia al transporte ferroviario, se considera necesario ampliar la infraestructura con las coberturas de servicios de comunicaciones, como nacional y regional, con la finalidad de que exista una mejor movilización de mercadería en el interior y exterior del país.

Debemos pensar en ampliar todo el sistema de ferroviario modernizando su infraestructura para proporcionar servicios confiables de alta calidad a quienes hacen uso. también, se debe promover la modernización y el mantenimiento oportuno de las líneas férreas, el mejoramiento de todas las condiciones físicas de los patios, como incremento en la capacidad de la carga de los puentes, la realidad urbano-ferroviaria y las construcciones e instalaciones para un transporte intermodal. Por esto es necesario fomentar la convivencia entre los centros poblados y los ferrocarriles.

Se hace necesario fomentar la estructura radio frecuencia en el Sistema Ferroviario Nacional, de esta forma mejoraría la interconectividad de este sistema. Desarrollando corredores multimodales el cual es eficiente al transporte de mercadería, especialmente cuando unen a los puertos del Pacífico y el Atlántico como también las fronteras. Es necesario atender aquellos problemas de interconexión en puertos, fronteras y algunas zonas metropolitanas, se puntualiza que se tiene que mejorar la convivencia entre ferrocarril y las zonas urbanas.

Al ampliar la red ferroviaria se debe contemplada en los proyectos del desarrollo de nuestro país. Si dichas acciones se llevarían a cabo, México estaría ubicada dentro de aquellos países competitivos en infraestructura ferroviaria.

En la actualidad, las empresas ferrocarrileras se encuentran dedicados al transporte de carga y solo en contados casos, corren ferrocarriles de pasajeros solo en algunas partes del país. En el caso de San Luis Potosí, estos últimos fueron suprimidos, sin embargo, estos hechos sucede también en otros centros poblados de Ciudad México -como Aguascalientes-, esta población se encuentra íntimamente ligada al transporte ferroviario, cuyo arribo en el siglo XIX, inició

permitió ver de manera distinta el uso del tiempo: de los viajes y Universidad Nacional Autónoma de México Transporte de carga ferroviario en México: Perspectivas y Realidades la espera; mientras la estación se convertirá en aquel espacio de tiempos de forma individual y colectivo.

Como la infraestructura ferroviaria no creció desde su privatización, mientras que la carga transportada, pero lo ha hecho, es factible que en los próximos años se generen demanda del servicio en distintos puntos, este fenómeno podría detener el crecimiento de la carga a transportar, lo que beneficiaría a otros modos de transporte, como el camionero, que año a año mejora su infraestructura o suma elementos a los ya existentes.

Podemos decir que el transporte ferroviario debería seguir creciendo en el mercado interno, pero al ver detenida esa tendencia y al encontrarse con una infraestructura que está dedicada solo mercado internacional.

Del mismo modo, el comercio exterior vía ferrocarriles está desequilibrado en relación a las importaciones, lo cual implica que los ferrocarriles lleguen cargados a México, pero estos regresan vacíos a los Estados Unidos. Si bien es cierto este fenómeno podría disminuir, mediante una programación logística, lo que significan costos en oportunidad que deberían reducirse lo cual haría más eficiente el transporte ferroviario del país.

Se tiene que considerar toda intención del gobierno federal para impulsar el transporte ferroviario de pasajeros en rutas como México-Querétaro y México-Toluca también el sistema transpeninsular Yucatán-Quintana Roo. Este proyecto podría tener algunas complicaciones para su implementación, ya que los ferrocarriles de carga y pasajeros tienen distintas velocidades que los hacen incompatibles en el uso de las mismas vías.

Por estos hechos es probable que se necesario construir nueva infraestructura para permitir el transporte de pasajeros.

Las proyecciones a futuro son positivas para el transporte ferroviario de carga. Si se quiere que continúe esta evolución, es necesario una mayor inversión en la infraestructura ferroviaria y anular todas aquellas barreras que no permiten utilizar este medio de transporte.

En el ámbito nacional tenemos a los siguientes autores, Según el trabajo de investigación intitulado “Plan estratégico para el transporte ferroviario en el Perú” de los autores Fernando Valentín Martínez Cáceda, Luis Alberto Kitsutani Yoshimoto, Carlos Alberto Valdivia Cubas, en la ciudad de Lima – Perú, llegando a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Como conclusiones de esta investigación realizada, nos ha permitido obtener las siguientes:

La infraestructura de transportes tiene un rol táctico en el progreso del país y favorece la reducción de la pobreza a través de distintos componentes, como el efecto de la disminución de los costos logísticos en la labor productiva y el incremento del bienestar de las familias de escasos recursos, que se expresa generando acceso a servicios básicos, optimizando su tiempo en viajes, teniendo acceso a mercados sin desabastecimiento y por último, la diversificación de sus actividades económicas; Esta misma perspectiva se tiene en los países con elevados índices de desarrollo, pues estos mismos unen sus distintos tipos de transporte con apoyo de ferrocarriles, desarrollando de esta manera el criterio de intermodalidad; El desarrollo económico que se ha venido presentando en el país competitividad en estos últimos años, ha forzado al Estado a impulsar una mayor intervención en el sector privado con el propósito de obtener las inversiones convenientes para acceder algunas mejoras importantes en la calidad de los servicios, así mismo garantizar y aumentar la competitividad de nuestro país.

En este aspecto, uno de los objetivos principales, estratégicos e importantes del Estado peruano podría ser cubrir el déficit de infraestructura del sector de transportes, el cual fue un estimado de US\$ 7,684 millones para el 2007 (IPE, 2007

En los siguientes años se pronostica que, con el crecimiento del sector minero y el Programa Sierra Exportadora, existirá un importante acrecentamiento en la demanda en el sector de transportes, pue esto hace que sea prioridad tener vías alternas adicionales para transportar productos a los puertos de embarque. Uno de los ejes viales fundamentales de nuestro país es la Carretera Central, puesto que asume una elevada congestión en la actualidad lo cual hace que sea definido como ineficiente en términos logísticos.

Pese a que el sistema ferroviario peruano fue, en el siglo XIX, uno de los más eficientes de América Latina, hoy por hoy se caracteriza por su escasa y deficiente longitud, por la baja densidad de su red, por la ausencia de integración, por una notable dificultad topográfica y por la falta de inversión en los últimos 60 años.

El transporte ferroviario tiene una participación directa que es baja, en el sistema de transporte peruano. Según la CAF (2004), este contexto está explicado por la acelerada búsqueda de nuevos métodos alternativos para el transporte, el deficiente mantenimiento de la infraestructura de ferrocarril y la falta de adaptabilidad comercial de los gremios para adaptarse a un ambiente de constante competitividad y el carente desempeño operativo de los ferrocarriles. Una de las causas esenciales del deficiente desarrollo del sistema ferroviario peruano es la carencia de un planteamiento estratégico y visión a largo plazo. Nuestro país ha pasado por una serie de crisis económicas que hizo que las autoridades políticas, la disposición de recursos para conservar y fomentar su infraestructura de transportes. Hay estudios como (William & Rabelo, 1993), que hallaron una alta relación entre la inversión en transportes y comunicaciones con el desarrollo económico y sostenible de un país. Últimamente se ha observado un reducido número de concesiones y/o privatizaciones a pesar del contexto de urgencia y la magnitud del problema de las ferroviarias. El marco legal que existe no ha logrado impulsar las inversiones, pues una mejora infraestructural permitiría agilizar un proceso de inversión en infraestructura ferroviaria con el propósito de disponer con prontitud, con la infraestructura que hace falta al país a favor de su progreso. El Estado tiene como obligación cumplir la misión de integrar e incorporar racionalmente al país con el objetivo de que las poblaciones reciban un servicio competente, seguro, eficiente, eficaz y sostenible. Es vital que, en el diseño de la infraestructura vial, el Estado deba abandonar los viejos paradigmas y adecuar al ferrocarril como una decisión en unanimidad con la dinámica de la demanda de transportes de los diferentes sectores económicos, con el uso eficiente de los recursos cubrir las necesidades del pueblo. La política de desarrollo en infraestructura está claramente orientada hacia la construcción de carreteras, aunque de mala calidad, a pesar de que los ferrocarriles son una mejor alternativa de transporte terrestre más eficiente. Hasta ahora en nuestro país, los medios que existen no han sido los adaptados para transmitir eficazmente a la población los

beneficios de tener un transporte ferroviario, que nos posibilite lograr beneficios sociales y comerciales deseados y que, al mismo tiempo, le otorgue al subsector la solidez financiera que requiere para efectuar importantes inversiones en infraestructura.

A nivel internacional o mundial, han resurgido sistemas ferroviarios y se han convertido en una parte fundamental en los sistemas de transporte terrestre y en el crecimiento económico, sostenible y su preferencia por diferentes regiones por su seguridad, eficacia y eficiencia. Puesto que Países como: Brasil, Canadá, EE.UU. Argentina, México y bloques como la EU han ido desarrollando sistemas ferroviarios de amplia extensión, eficientes e integrados, los cuales colaboran a la capacidad competitiva de cada país. Para proyectos con alta productividad económica, las inversiones privadas bajo un sistema de concesiones, será el elemento que fomentará el desarrollo del sistema ferroviario peruano. De esta manera se propone como principal estrategia generar proyectos de inversión que captar a operadores ferroviarios calificados y lograr obtener así el crecimiento económico de la red ferroviaria nacional. Para proyectos con alta rentabilidad social, las asociaciones público privadas, pero con baja utilidad, cuales son las más apropiadas para fomentar el desarrollo de la infraestructura.

Para presente trabajo de investigación se revisaron diferentes estudios y conceptos correspondientes para cada una de las variables y sus respectivas dimensiones.

La capacitación Ferroviaria

Las vías ferroviarias están definidas por su planteamiento conceptual como medio de transporte con menos dificultades para circular y uno de los medios más seguro en el transporte de pasajeros de manera general podemos definir la capacidad ferroviaria como el volumen de tráfico que puede circular sobre una vía férrea. Para determinar la capacidad de una vía existe 3 métodos: analítico, optimización y simulación. (Gustavo y otros 2009)

Los métodos analíticos están basados en suponer distribuciones probables horarios de salida de trenes, donde se considera distintos servicios en base a estos supuestos se calcula la capacidad teórica de una vía para luego obtener la capacidad practica donde aplicaremos los porcentajes de corrección.

La Unión internacional de ferrocarriles desarrollo una ecuación en los años 80 con una metodología de cálculo para obtener la capacidad de una vía férrea, basándose en las secciones y/o tramos de una vía férrea teniendo en consideración el orden de los trenes tiempos de holgura y servicios de calidad.

Para calcular la capacidad ferroviaria de una vía mediante el método UCI se tomará en cuenta la siguiente ecuación.

$$C = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$

C = Capacidad (número de trenes que funcionan en el período T)

T = Período de referencia (minutos)

t_{fm} = Tiempo mínimo medio de suceso (minutos)

t_r = Margen de regularidad (minutos)

t_{zu} = Tiempo adicional (minutos)

Para el cálculo de t_{fm} se tiene que tomar en cuenta el orden de salidas de aquellos trenes que tienen diferentes tipos de velocidad. Esta tabla de periodos en tiempos es necesaria para saber las secuencias en que el tren tipo j sigue al de tren tipo i . La primera fórmula requiere el cálculo de números de casos y secuencias n_{ij} , mientras la formula aceptada y revisada nos sugiere el cálculo de este valor basado solo en el número de trenes de cada tipo, con un enfoque aleatorio para su programación usando la siguiente formula:

$$t_{fm} = \frac{\sum n_i \times n_j \times t_{fij}}{\sum n_i \times n_j}$$

Para obtener el tiempo regular en cuanto a la holgura es necesario agregar el movimiento de trenes para tener en cuenta los imprevistos para la calidad de servicio aceptable. El UIC propone los siguientes valores:

$$t_r = 0.67 \times t_{fm} \text{ cuando la utilización deseada es del 60\%}$$

$$t_r = 0.33 \times t_{fm}, \text{ cuando la utilización deseada es del 75\%}$$

Cuando t_{zu} es adicionado se deberá tomar en cuenta que la capacidad disminuye cuando el número de tramos se incrementa. El tiempo a incrementar $t_{zu} = 0.25 \times a$, donde "a" es el número de tramos de la vía férrea.

De manera general los métodos analíticos son muy útiles para realizar cálculos sobre la capacidad ferroviaria a nivel de planificación de una operación. (stok 2008).

Método de optimización

Este método permite asumir soluciones que resuelve el problema para la utilización óptima de la capacidad ferroviaria y están basados en diseñar los horarios que alcancen a satisfacer y garantizar la calidad de servicio. Esta metodología está basada en una programación matemática y puede ser aplicado en cualquier vía férrea partiendo de un punto inicial o utilizando frecuencias existentes.

Métodos de simulación y/o práctico

Estos métodos tratan de simular o replicar la operación real de aquellos trenes que circulan dentro de una vía férrea estos métodos pueden ser también usadas de manera combinada con los métodos anteriores con la finalidad de mejorar la capacidad del transporte ferroviario.

La capacitación teórica

Es la cantidad de trenes que podrían usar una vía férrea durante un espacio y tiempo determinado en marco de operación perfecta creado por un modelamiento matemático con trenes en movimiento de forma constante y con un espaciamiento mínimo entre uno al otro.

Capacitación práctica

Es el volumen de tráfico específico que puede transitar por una vía férrea con un nivel admisible en seguridad. El tráfico debería reflejar la formación real de los trenes

Capacitación especializada

Es el volumen de trenes efectivo que se realizara en la vía ferroviaria que normalmente está por debajo del aforo práctico.

Capacidad disponible

Es la diferencia entre la capacidad práctica y la utilizada en este sentido es el volumen que podríamos usar adicionalmente a la ya definida por operación.

Factores que determinan de la capacidad ferroviaria y condiciones de operación del transporte ferroviario

Podemos identificar que existen tres factores que pueden establecer la capacidad de una vía ferroviaria: son aquellos que se derivan de la infraestructura existente y atribuibles al tráfico ferroviario, y las condiciones para la operación de la línea férrea.

Infraestructura; Número de vías

El factor definitivo de la capacidad ferroviaria de una vía férrea se halla identificando cantidad de vías disponibles en operativas de la misma.

Tráfico; Composición del tráfico

La capacidad de desplazamiento en una vía ferroviaria está determinada por el tipo de trenes que la utilizaran dicha línea.

Trocha

Podemos identificar que uno de los factores principales que intervienen en la capacidad ferroviaria está definido por el ancho de la trocha que es determinante para el movimiento de trenes la misma que debería considerar una buena sección transversal de la vía férrea, pues esta variable está relacionada estrechamente con la velocidad a la que el material rodante puede circular.

Plataforma de Vía Férrea

Una de las condiciones para obtener una plataforma definitiva para una vía férrea estable es conseguir que esta plataforma llegue a una capacidad portante adecuada, la plataforma de vía férrea es elemento más importante de soporte de la estructura de la vía el mismo que recibe una capa de balasto (piedra chancada) para evitar las tensiones producidas por el tráfico de trenes.

Para que la plataforma sea estable al paso de los trenes es necesario que como mínimo tenga un CBR > 5% y una compactación mínima del 97% Proctor modificado.

En la práctica para cubrir las deficiencias de una plataforma compactada se cubre con balasto (piedra chancada) que al paso de los trenes estos se compactaran,

como mejor practica es considerar la plataforma de una vía férrea como la de una carretera cumpliendo con los requisitos mínimos que exige las normas técnicas de MTC.

Red Ferroviaria

Está integrado por distintas infraestructuras ferroviarias las mismas que son necesarias para avalar un sistema colectivo de transporte ferroviario en un territorio en este caso como el Perú. Donde administración de las redes ferroviarias en gran porcentaje en la actualidad se encuentran concesionadas al sector privado quienes determinan y administran el correcto funcionamiento de una vía ferroviaria en el Perú por este medio de transporte, se vinculan distintas comunidades y/o estaciones ferroviarias.

Tráfico Ferroviario

El tráfico ferroviario es un fenómeno físico y social de movimiento de trenes sobre una línea férrea considerando la circulación de pasajeros y carga por medio de estas unidades (trenes) de un lugar a otro. Donde estamos convencidos de que cualquier análisis de la problemática de este medio de transporte, se inicia con el reconocimiento de las bases conceptuales de los fenómenos. A estas bases conceptuales a las llamaremos teoría del tráfico ferroviario. El tráfico de vehículos es un problema frecuente en el país en estos últimos años, esto también se debe al crecimiento demográfico desahogado continuo, por lo que es necesario considerar proyectos de manera sostenida el transporte ferroviario en las ciudades con mayor demanda de transporte urbano, rural según la densidad demográfica de cada ciudad. Se deben iniciar estudios que conlleven a obtener indicadores que permita la mejora del transporte ferroviario en las ciudades que así lo requieran el mismo que al darse su ejecución traería beneficios a los usuarios como la reducción de los tiempos de viaje peatonal y/o vehicular, longitudes de tráfico vehiculares, etc. Según tesis

El incremento del tráfico vehicular que circula en torno a la línea férrea se aumentó considerablemente en los últimos años de manera desordenada sin respetar la normativa ferroviaria peruana, este fenómeno también se da por el incremento del turismo nacional e internacional quienes en su afán de conocer la nueva maravilla

del mundo “Machupicchu” toman diferentes medios de transporte en especial el vehicular ya que la capacidad del transporte ferroviario fue rebasada en cuanto a su disponibilidad en carga y pasajero.

Circulación en Torno a la vía Férrea

La circulación en torno la línea férrea se da básicamente por la circulación de trenes en torno a la línea férrea a través de circulares, autorización de uso de vía (AUV) emitidas por el centro control (CCO) quienes autorizan y/o restringen el movimiento de cualquier tren, autovagón, autocarril y/o cualquier elemento rodante que circula sobre la línea férrea.

Dentro de un ferrocarril se considera como material rodante al conjunto de equipos constituido por aquellos equipos que transitan sobre la vía férrea. Este material rodante se sub divide en dos grupos: el material de tracción el mismo que está constituido por locomotoras autóvilas y equipos que cuentan con un sistema de arrastre propio y equipos de arrastre, que en palabras sencillas son todas los materiales u objetos que la locomotora tiene acoplado a ella y arrastra o empuja, sobre las líneas.

Formación de trenes

A la formación de material rodantes unidos entre sí los mismos que son empujados o arrastrados por una locomotora y/u otro equipo de arrastre automático, o están en la vía en espera de serlo, a la cual se denominara formación. El conjunto que lidera una locomotora con la formación, se le denomina tren. Según el servicio que prestan los trenes, se les denomina: tren de trabajo, de pasajeros, de carga, mixtos o de obras.

Seguridad en el Ferrocarril

Las distintas Políticas del Transporte Comunitario indica que la accidentalidad en una carretera y la seguridad de los usuarios son factores para el desarrollo sostenible del transporte ferroviario es uno de los medios más seguros para los usuarios en la comunidad europea, sobre todo si este tipo de transporte lo comparamos con otros de medios de transporte masivo como las carreteras. (Página web oficial de Adif. Empresas y Servicios. Resumen Liberalización del

Sector Ferroviario. Situación de las Licencias Empresas Ferroviarias y Habilitaciones de Seguridad ferroviaria.

Sistemas de Radiocomunicaciones Ferroviarios

El sistema de radiocomunicaciones que se aplica al transporte ferroviario en el Perú han experimentado cambios en su desarrollo y tecnología en estos últimos años. Los ferrocarriles en estos últimos años han añadido comunicación de voz por radios móviles y estacionarias, también vídeos en tiempo real, con el objetivo de optimizar las operaciones ferroviarias y maximizar el rendimiento de las infraestructuras ferroviarias. Estos implementos realizados reflejan que son imprescindibles e importantes en líneas ferroviarias tráfico elevado y de alta velocidad. Es un área de máxima importancia y que en España se realizan bastantes investigaciones, este mismo se ha convertido en un ejemplo a seguir en comparación con otros países, y priorizar su modelo de transporte ferroviario de alta velocidad, en gran medida, gracias a sus tecnólogos

Superestructura en la Línea Férrea

La superestructura ferroviaria comprende la gestión del tráfico como es la vía férrea y el grupo de instalaciones y aparatos ineludibles para que los trenes puedan transitar sobre una vía férrea con garantías de seguridad y eficiencia. Hoy en día están incluidas las siguientes áreas:

Vía (infraestructura y superestructura)

Es el carril donde se encuentra las instalaciones ferroviarias, (redes de comunicación, señalización e instalaciones de seguridad comunicación y líneas de servicio.

De este modo el principal aspecto que determina la capacidad de una vía ferroviaria es toda cantidad de vías operativas y disponibles de una red ferroviaria. Aunque aparente un resultado contra-dictorio, el aumento de la capacidad que se obtiene en una cierta línea al adicionar el número de vías sin ser lineal. Por ejemplo, transferir una vía única a una vía doble de manera general cuadruplica la capacidad, pero una línea férrea con cuatro vías al que se agrega un 50% de capacidad sobre la que ya existe con una vía doble.

La Red Ferroviaria Sur Oriente

La red ferroviaria del sur oriente es parte del ferrocarril de sur del Perú que se encuentra sub dividida en 8 sub divisiones y como parte de este conjunto de sub divisiones el ferrocarril sur oriente se encuentra en la sub división N° 07 (cusco – hidroeléctrica) con 122 km de recorrido y un ramal denominado sub división N° 8 (pachar – urubamba) con 12.5 km de recorrido.

Estaciones Ferroviarias

La estación de un ferrocarril o estación ferroviaria es una infraestructura o instalación ferroviaria con varias vías entre estas se encuentran los desvíos y ramales donde llegan los trenes de pasajeros y carga que se pueden expedir trenes. Están compuestas por muchas vías ferroviarias que tiene desvíos entre ellas y se demarcan con señales de entrada y salidas de límites de patio donde un jefe de estación dirige el trafico dentro de estas instalaciones. Asimismo, son un punto de ingreso al ferrocarril de pasajeros para ser una estación ferroviaria no tiene que cumplir con las condiciones antes mencionadas para ser una estación ferroviaria.

Operador de Infraestructura Ferroviaria PERURAIL

Uno de los operadores ferroviarios que se encuentra brindando servicios de pasajeros hace más de 20 años es la empresa PERURAIL de quien obtendremos datos para el presente estudio de donde se tomara en cuenta la información que nos proporcionara el concesionario y operario de la línea férrea del sur oriente documentos como planos, que estén debidamente verificados en cuanto a numeración y cotas que se ajusten a la realidad del estudio, se tomara en cuenta también los datos estadístico de movimiento de pasajeros y carga en las diferentes frecuencias de transporte ferroviario.

Verificaremos que los planos se encuentren a detalle en cuanto a detalles y cortes estén correctos también se digitalizara dichos planos según se amerite.

Se debe señalarse con su precisión, los limites y alcances del proyecto efectuado estudios de campo y gabinete, indicando la zona de estudio y metrados por los trabajos que se van a efectuar.

Se mantendrá el orden y secuencia para el estudio y/o proyecto en el que trabajaremos tomando las medidas y lecturas de los planos, que nos facilitará la verificación en campo y gabinete.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

a) Método de Investigación

Según Jaime & Ladino, (2018) considera que “el Método Científico se basa en lo empírico, en la medición, sujeto a principios específicos de pruebas de razonamiento” (p. 4).

De esta manera la presente investigación permitirá el análisis de las unidades de estudio y que posteriormente nos permitirá buscar la optimización de la capacidad instalada y la vez potenciarlas para mejorar las operaciones en el transporte ferroviario

b) Tipo de Investigación

La investigación aplicada también llamada “investigación empírica o práctica”, se conoce generalmente por llegar a desarrollar los conocimientos que se conocen, a la vez que se obtiene nuevos aprendizajes mediante la aportación de estos mismos. (Behar, 2008, p. 6) 16. Por otro lado, nos dice que la investigación básica se estudia el conocimiento conocido para dar a conocer puntos muy acertados que en un futuro pueden ser tomadas para nuevos diseños, que pueden ser a largo plazo, por otro lado, la investigación aplicada se hace uso más próximo de dichos conocimientos estudiados. El informe de investigación es de TIPO APLICADA, pues la investigación se realizó mediante ideas ya normadas y conocimiento que se empleara en condiciones reales para dar aciertos a problemas presentes.

c) Diseño de la investigación

Según Debold & Meyer (2006) corresponde al diseño experimental es la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con propósito de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular (p. 1).

Seguidamente, consideran que se trata de un experimento porque precisamente el que investiga provoca una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, posterior a ello controlar el aumento o disminución de esa variable, y su efecto en las conductas observadas (p.1).

El informe de investigación se llegó a contar con las debidas variables: Evaluación y propuesta para el incremento de la capacidad de transporte en la línea férrea del sur oriente (Cusco -Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial, por lo que el diseño de la investigación por consiguiente es EXPERIMENTAL

3.2. Variables y Operacionalización

Las variables para la Operacionalización de variables se representan de la siguiente manera:

Se conoce variable de una investigación a la característica que de manera sencilla interactúa con las demás variables (Sabino, 1992, p. 62).

Variable 1

Incremento de la capacidad de transporte

El problema para llevar adelante un estudio detallado sobre este problema es que no se cuenta con un índice específico que explique la relación entre la infraestructura vial y desigualdad en su capacidad de transporte. Reconociendo esta limitación es necesario tratar el problema para tener una mejor perspectiva del transporte ferroviario en la región del Cusco - Perú.

Variable 2

Impacto en la Infraestructura Vial

Según De Rus, Campos, y Nombela (2003), el transporte se define como el movimiento de personas y mercancías a lo largo del espacio geográfico por medio de tres modos principales: terrestre, aéreo y/o marítimo.

Definición operacional

La VD respecto a la infraestructura de transporte ferroviario es el conjunto de activos físicos distribuidos en un espacio geográfico que se utilizan para proveer una serie de servicios que hacen posible el transporte de bienes y personas. Los activos se caracterizan por ser altamente específicos, muy costosos y de naturaleza irreversible, con pocos usos alternativos y con una vida útil de operación muy extensa (superior a los 30 años).

Definición Operacional

Una de las limitaciones de la infraestructura ferroviaria en el Perú es el escaso progreso en lo que respecta a la infraestructura ferroviaria para el transporte carga y pasajeros, actividad la que contribuiría significativamente a la integración territorial y el progreso de los movimientos productivos, facilitando el traslado de personas y conjuntamente a esta actividad el intercambio de bienes y servicios, y reduciendo el costo que conducen al mejoramiento de la competitividad del país.

Operacionalización de las variables

Tabla 1. Matriz Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
Variable Independiente: Capacidad de transporte	La capacidad de transporte es la magnitud y limite que tiene cada tren en transportar carga y pasajeros de un punto a otro.	Revisión y análisis documental de relacionados en el tramo (CUSCO – MACHUPICCHU)	<ul style="list-style-type: none"> • cantidad de pasajeros • número de coches • número de frecuencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad Ferroviaria • Frecuencias • Restricciones de Operación Ferroviaria • Aforos 	Toneladas, cantidad de personas y frecuencias en tiempos
			<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de desvíos • Velocidad de recorrido • Longitud de la vía 	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de la Infraestructura Ferroviaria • Cantidad de usuarios • Eficiencia del Material tractivo 	kilómetros, metros, horas, meses y años
Variable dependiente: Infraestructura Vial	La infraestructura es la totalidad de los elementos vinculados a las vías principales y a las de servicio y a los ramales de desviación para particulares, con excepción de las vías situadas dentro de los talleres de reparación de material rodante y de los depósitos o garajes del mismo.	Analisis y evaluacion de infraestructura y sus componentes	Mantenimiento de la infraestructura	Estado y calidad de la infraestructura	Calidad del estado de cada componente de la infraestructura.

3.3. Población, Muestra, muestreo, Unidad de análisis

Población

Behar nos dice que: La muestra es un pequeño grupo de una población. Se dice que las muestras pertenecen a un conjunto conocido al que se llama población. De tal conjunto se toman muestras de la cual se hace motivo de estudio. [...] (2008, p. 51) 16.

La población de la investigación está definida por toda la vía férrea en el tramo Cusco - Machupicchu 2021, el cual se analiza la capacidad del transporte ferroviario el incremento de pasajeros y el tráfico ferroviario que circulan en torno a la línea férrea, la infraestructura de la red ferroviaria del sur oriente Cusco - Machupicchu 2021 materia de la investigación, correspondiente a la línea de transporte, como una sola unidad de investigación.

Muestreo

En cuanto a la muestra refiere Mejía y Ñaupas (2016) es conocida como una porción o parte de un grupo de objetos, el cual sirve para conocer las características de toda la población (p. 93). En este estudio la muestra tomada es la zona del corredor ferroviario del sur oriente del Perú (Ollantaytambo – Machupicchu) con la finalidad de optimizar la capacidad del transporte ferroviario en el tramo en mención.

El muestreo no aleatorio simple es conocido como “La característica que nos permite tomar muestras con un propósito o por criterios del investigador [...]” (Niño, 2011, p. 58).

“Muestreo intencionado: [...]. El investigador selecciona muestras que a su conocimiento son adecuados, lo que exige un conocimiento de sus características” (Behar, 2008, p. 53).

La muestra será de tipo no probabilística está focalizada en los tres puntos bien focalizados con metodología tradicional para lograr su análisis sobre la capacidad del transporte ferroviario la infraestructura de la red ferroviaria del sur oriente Ollanta - Machupicchu 2021 y la operación del transporte ferroviario en torno a la vía férrea del ferrocarril del sur oriente.

Unidad de análisis

Según Ñaupas, Mejia, Novoa, & Villagomez, (2014) consideran muestreo de tipo no probabilístico, consiste en la forma de elegir las muestras con procedimientos que no utilizan la ley de azar ni el cálculo de probabilidades y por tanto las muestras que se obtienen son sesgadas y no se puede saber cuál es el nivel de confiabilidad, de los resultados de la investigación (p. 253).

En la investigación se empleó el muestreo no probabilístico.

La unidad de análisis es la vía férrea del sur oriente del Perú ya que nos permitirá conocer sus características y estado actual para poder determinar la capacidad ferroviaria en cuanto al transporte de pasajeros y la vez nos permitirá el análisis para el probable incremento de su capacidad de transporte ferroviario de pasajeros.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica a utilizar en la presente investigación es:

a) Técnica:

[...] Se deberá conocer un plan de estudio, de acorde con la investigación y el programa, en que se muestren aspectos como: observadores, [...] fenómenos u objetos en estudio, fecha, [...], tiempos de estudio, características por observar (proceso, resultados, recursos o materiales, contenido, características, comportamientos, interacciones, etcétera). (2011, p. 94) 38.

La técnica de recolección de los datos es de forma directa por medio de la observación y análisis de datos obtenidos por la recopilación de datos digitales, estadísticos en gabinete y en recorrido de la vía férrea de esta forma lograremos analizar el estado actual de la vía férrea e infraestructura incremento de la capacidad de transporte ferroviario en torno a la vía férrea en la infraestructura de la red ferroviaria del sur oriente Cusco - Machupicchu 2021.

La observación es un proceso múltiple, que posibilita al analista establecer lo que se está realizando, como se está realizando, los procedimientos de trabajo.

La técnica de la observación pretende tener mayor significado a nivel técnico del procesamiento de datos, en donde las tareas se cuantifican más sencillamente.

Entre estas tareas encontramos la recopilación, acumulación y transformación de los datos.

b) Instrumentos: Ficha de recopilación de información

“[...] los instrumentos tienen esencialmente como objetivo “recolectar los datos o los resultados” la cual se requiere con la finalidad de garantizar la función de las muestras de la investigación, para conocer las variables y discutir la hipótesis, si estas se requieren” (Niño, 2011, p. 87) 38.

Los instrumentos de recolección de datos son los recursos para que el investigador pueda valerse para acercarse a los fenómenos de donde puede extraer la información que requiera. En la presente investigación los instrumentos de recolección de datos son el expediente técnico de la obra “red ferroviaria de infraestructura sur oriente” Ficha de observación, Código de barras, tabla de frecuencias, tabla de interpretación Chi-cuadrado de los cuales obtendremos datos para el análisis comparativo.

Para Validez del instrumento de recolección de datos estos serán tomados de páginas oficiales como EL OSITRAN, información de la empresa concesionaria FERROCARRIL TRANSANDINO S.A y paginas oficiales, se tomará en cuenta el REGLAMENTO NACIONAL DE FERRORROCARRILES y documentación referente a la operación ferrovía en el Perú.

“Validez: esto indica la necesidad de llegar a medir las características para la cual se ha llegado a ser construida y no otras parecidas. [...] Una escala es o llega a ser acertada cuando nos proporciona y mide lo que afirma medir” (Behar, 2008, p. 73)

La validez de esta investigación llegó a realizarse con la certificación brindada por los especialistas en transporte ferroviario quienes validaran los estudios realizados en tramo ferroviario del sur oriente del ferroviario en cada fase del estudio, lo que garantiza que no hubo error humano.

3.5. Procedimiento

Procederemos con la recopilación de datos que lo solicitaremos a la empresa FERROCARRIL TRANSANDINO S.A y también se tomaran datos oficiales de las publicaciones del ente supervisor OSITRAN los cuales serán verificados en campo

aquellos puntos que se encuentren a nuestro alcance en el tramo ferroviario del sur oriente. Del Perú. (Cusco-Machupicchu).

3.6. Método de análisis de datos

Como método de análisis se empleó el aspecto descriptivo, para el lograr el cálculo de la capacidad de transporte, mediante un cuadro de información en Excel.

3.7. Aspectos éticos:

En la presente investigación se respetaron: los resultados, la propiedad intelectual del autor, la confiabilidad de la información obtenida y la identidad de las personas que fueron participes del estudio.

El criterio o aspecto ético, se toma en cuenta: Por la confidencialidad, la objetividad, la originalidad y el consentimiento de las personas implicadas a la obtención de información.

IV. RESULTADOS

EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Etapas de la Investigación.

En los períodos de investigación es necesario plantear un proceso de lógico y racional que inicia con un plan de campo que inicia con la recopilación de datos necesarios para el desarrollo del tema de investigación. El plan de gabinete nos permitirá analizar la información recopilada posteriormente diagnosticar y plantear propuestas que permitan optimizar la capacidad del transporte ferroviario en el corredor férreo del sur oriente.

Tabla 2. *Etapas de la investigación*

PLAN	ACTIVIDAD	OBJETIVO
Plan de Campo	Recopilación de datos (Empresas, OSITRAN, Ferrocarril Transandino, Promperú, otros medios nacionales) Entrevistas Análisis de datos	Diagnóstico situacional actual y diagnóstico operacional del transporte ferroviario.
Plan de Gabinete	Identificación del estado actual de la línea e infraestructura ferroviaria, análisis e identificación de la operación ferroviaria Opinión de Expertos	Identificación del estado actual y operación
Plan de Gabinete	Análisis de Estrategias Propuesta estrategias para el incremento de la capacidad ferroviaria	Propuesta Plan Estratégico para el incremento de la capacidad ferroviaria.

El tráfico de pasajeros en el Perú.

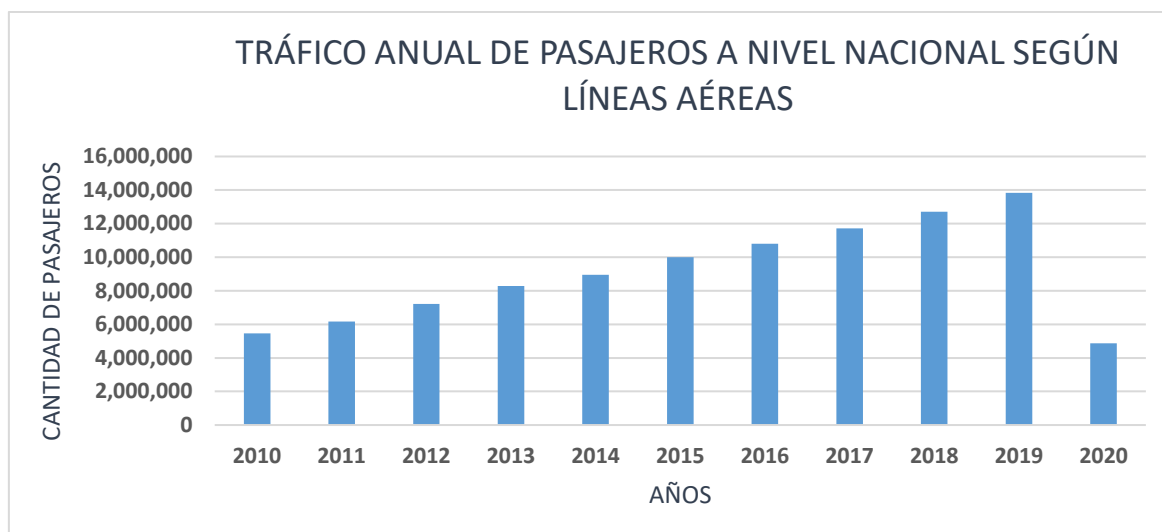
Según información de líneas aéreas el tráfico aéreo se incrementó considerablemente en los últimos 10 con el arribo de pasajeros turistas al Perú y que posteriormente en más de 50% se trasladan a la ciudad del cusco con la finalidad de conocer la nueva maravilla del mundo machupicchu.

Años Lineas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
LATAM AIRLINES PERÚ	3,838,112	3,931,485	4,488,512	5,256,240	5,655,413	6,213,918	6,627,050	6,746,867	7,393,426	8,604,304	3,075,744
SKY AIRLINE PERÚ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,145,151	793,949
VIVA AIRLINES PERÚ	-	-	-	-	-	-	-	305,948	797,837	1,612,911	507,457
STAR PERÚ	659,094	838,548	785,763	627,172	624,680	598,928	486,526	375,381	320,992	423,659	290,477
AVIANCA PERU	147,390	438,374	906,733	1,165,673	1,160,503	1,265,472	1,284,324	1,301,109	1,246,988	573,396	58,584
ATSA	42,938	63,026	86,470	40,970	55,331	49,207	54,406	72,490	89,862	128,520	51,188
SAETA	3,775	2,550	5,002	8,708	13,811	19,217	26,049	28,720	33,523	61,226	43,334
MUSOQ WAYRA	-	-	-	-	-	-	-	-	6,840	84,695	21,120
AIR MAJORO S.A.	34	154	5,587	9,362	9,597	8,668	8,238	15,402	13,337	10,817	8,944
AERODIANA S.A.C	25	261	130	341	323	24	49	27	33	59	5,205
SARU	1,035	591	1,677	1,280	4,847	6,451	5,255	4,796	10,166	10,176	5,200
AEROPROP	-	-	-	-	-	-	-	9,708	11,580	12,578	5,107
RED WING SRL	-	-	-	-	-	-	-	-	2,410	4,566	3,491
AERO PALCAZU	-	-	-	-	2,631	3,044	1,726	897	11	25	2,772
ALAS DEL ORIENTE	447	330	418	342	513	573	815	776	1,514	1,410	1,008
SERV. A. DE LOS ANDES S.A.C	12,431	12,909	11,661	10,793	20,571	7,885	4,340	3,719	4,017	4,544	942
TRADEN SAC.	-	-	77	555	666	721	892	1,009	852	886	770
HELICOPTER TRANSPORT SERVICES DEL PERÚ S.A.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,128	746
VIVE PERÚ	-	-	-	-	32	616	913	768	896	1,213	287
AEROLINK	-	-	-	-	-	-	-	479	287	216	184
INVERSIONES AERONÁUTICAS LEÓN SAC	-	-	-	-	-	-	-	-	35	28	27
MOVL AIR	-	-	-	-	58	53	6,269	19,086	8,282	120	12
AVIOR ERL	-	-	-	-	-	-	-	27	35	22	4
AVIANDINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SERV. AEREOS ESCALANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SACSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVIASUR	196	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T DOBLE A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRANSAER R.A. S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AERO CONDOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AERO LATINO EXPRESO S.A.C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AERO CONTINENTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AIR PERU EXPRESS	561	1,046	-	32	-	-	-	-	-	-	-
HELICUSCO	1,388	1,522	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKY JET PERU S.A.C	1,109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HELISUR	176	1,027	971	273	380	287	265	235	75	36	-
AERO PANTANAL E.I.R.L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEL UNION PERU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAVEL AIR	17	19	24	42	7	9	15	35	27	-	-
HEL UNION SELVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISCO AIRLINES S.A.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AERO LATINO "ALAS"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AIR ATLANTIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WAYRA PERU S.A.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AERO MONTAÑA S S.A.- AMSA	3,698	6,035	2,559	1,769	-	-	-	-	-	-	-
LC PERÚ S.A.C.	97,773	33,392	128,095	255,706	280,711	474,236	906,144	1,136,986	1,004,952	-	-
SERV. AEREOS AQP S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LIMA AIRLINES	-	-	-	-	-	-	27	32	-	-	-
AERO NEGOCIOS JLE S.A.	5,836	1,974	2,551	3,575	4,365	394	1,753	14	-	-	-
LIONEL AIR S.A.C	-	-	-	-	-	-	-	611	178	-	-
ALAS PERUANAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAGENTA AIR (AEROTURPU)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TASA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMAZON SKY S.A.C.	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
TRANS. A. CIELOS ANDINOS SAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOVL AIR REGIONAL SA	-	-	-	-	-	-	-	-	3,388	-	-
TRANSPORTE AEREO REGIONAL S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AEROMASTER	-	-	4,467	1,849	-	-	-	-	-	-	-
UNISTAR	49	29	40	39	-	-	-	-	-	-	-
NORTH AMER.F. P. SERVICE S.A.C	14,265	14,461	20,928	22,022	25,754	44,883	34,605	9,618	-	-	-
AVIACIÓN LIDER S.A.	12,567	11,066	2,115	-	-	-	-	-	-	-	-
PERUVIAN AIR LINE S.A.	610,347	803,561	760,015	880,052	1,089,725	1,310,658	1,344,370	1,673,558	1,759,122	1,143,502	-
AERO ANDINO S.A.	6,470	7,752	7,609	3,273	247	-	-	-	-	-	-
ACQUAVISIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GENERAL	5,459,733	6,170,193	7,221,404	8,290,068	8,950,165	10,005,244	10,794,031	11,708,298	12,710,665	13,828,188	4,876,552

Estadística del tráfico aéreo

Como se puede apreciar en cuadro el transporte de pasajeros creció de manera progresiva desde el 2010 al 2019 año en que inicio la pandemia a nivel mundial.

Tabla 3. Tráfico de Pasajeros Nacional



Fuente: Superintendencia Nacional de Migraciones. Elaboración propia

Ingreso de turistas a la ciudad del cusco

Los turistas que visitan la ciudad del cusco lo hacen por dos medios de transporte como es el área y vía terrestre para lo cual usan distintos puntos de partida como el aeropuerto Jorge Chávez en Lima y los ingresos por las fronteras del Perú según detalle de cuadro mostrado.

Tabla 4. Ingreso de Turistas a la Ciudad del Cusco

Lugar de Entrada	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	2 299 187	2 597 803	2 845 623	3 163 639	3 214 934	3 455 709	3 744 461	4 032 339	4 419 430	4 371 787
Aeropuerto Jorge Chávez (Callao)	1 367 650	1 549 632	1 707 934	1 925 730	1 913 563	2 014 507	2 151 241	2 326 495	2 516 003	2 640 128
Puesto de control Santa Rosa (Tacna)	579 670	680 652	740 523	810 749	806 425	890 192	936 207	932 874	957 598	950 391
Resto	351 867	367 519	397 166	427 160	494 946	551 010	657 013	772 970	945 829	781 268

Nota: Las cifras de turistas internacionales, considera la totalidad de movimientos migratorios registrados por los distintos puestos de control fronterizo y puestos de control migratorio que se encuentran interconectados a nivel nacional.

- Cifras actualizadas con información disponible al 02-06-2020.

Fuente: Superintendencia Nacional de Migraciones.

Afluencia turística al parque nacional de machupicchu

Los turistas nacionales que visitan la ciudad del cusco necesariamente tienen que llegar a la ciudadela de machupicchu por ser el atractivo turístico con mayor importancia en el Perú, quienes compran su boleto e hacen su ingreso a ciudadela de machupicchu punto donde es registrando su vista. Ver tabla.

Tabla 5. *Afluencia Turística Nacional Mensual al Parque Arqueológico de Machupicchu, 2009-2019*

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	164 138	223 246	271 299	294 936	298 093	351 244	422 530	341 816	348 061	368 208
Ene	11 234	13 560	20 890	23 121	23 840	33 254	38 948	36 948	31 783	44 092
Feb	-	9 163	12 877	15 356	14 749	24 443	29 596	25 479	28 071	24 673
Mar	-	7 083	11 093	16 753	14 562	17 028	25 995	21 792	19 014	17 092
Abr	5 243	9 838	16 930	13 446	17 277	18 324	20 040	18 699	16 761	18 538
May	13 375	12 448	14 755	18 380	19 056	22 298	30 393	18 801	21 592	23 229
Jun	10 036	12 771	16 846	19 564	20 621	22 826	26 990	20 979	20 658	24 211
Jul	15 905	18 500	25 994	24 492	31 254	49 350	45 464	34 146	33 932	36 365
Ago	20 788	33 905	33 354	39 647	41 468	36 577	48 229	43 904	54 551	50 104
Set	16 007	21 030	26 190	26 819	26 291	36 232	36 724	28 950	31 715	32 961
Oct	31 064	37 456	38 775	40 794	35 264	51 502	51 626	38 905	37 365	38 630
Nov	29 295	31 118	34 411	37 967	32 291	32 259	44 752	30 083	31 246	35 701
Dic	11 191	16 374	19 184	18 597	21 420	7 151	23 773	23 130	21 373	22 612

Fuente: Ministerio de Cultura - Oficina General de Estadística, Tecnología de Información y Comunicaciones.

Afluencia turística al parque internacional de machupicchu

Los turistas internacionales que visitan la ciudad del cusco lo hace por conocer la nueva maravilla del mundo moderno Machupicchu quienes son registrados al momento de hacer su ingreso a dicha ciudadela. Ver tabla

Tabla 6. Afluencia Turística Internacional Mensual al Parque Arqueológico de Machupicchu, 2009-2019

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	419 342	608 897	699 680	742 768	781 257	851 652	923 595	990 798	1 144 267	1 137 223
Ene	40 605	43 469	54 520	56 149	56 785	62 785	64 629	74 347	80 659	70 689
Feb	-	36 181	42 000	41 556	38 485	48 533	56 236	59 561	63 051	58 008
Mar	-	40 471	47 693	56 725	56 345	63 974	75 450	63 723	87 070	84 036
Abr	33 211	46 863	61 367	59 065	68 230	73 022	66 436	83 595	94 499	111 433
May	39 981	49 007	63 836	71 478	77 410	82 068	88 971	90 718	110 584	110 076
Jun	39 424	49 860	56 751	62 211	63 499	71 077	80 436	87 497	100 633	100 417
Jul	56 310	70 737	75 131	78 716	80 700	84 863	99 718	105 759	121 663	122 501
Ago	53 589	67 412	67 541	74 444	79 150	94 309	96 328	102 647	117 983	113 765
Set	42 242	56 910	62 999	68 500	73 646	78 399	87 072	91 109	109 931	107 881
Oct	45 657	59 363	67 235	70 738	74 972	74 210	84 434	90 597	101 869	103 156
Nov	38 649	51 166	56 687	58 043	60 851	64 699	65 015	76 384	85 925	85 076
Dic	29 674	37 458	43 920	45 143	51 184	53 713	58 870	64 861	70 400	70 185

Fuente: Ministerio de Cultura - Oficina General de Estadística, Tecnología de Información y Comunicaciones.

Demanda de pasajeros y viajeros a Machupicchu.

Según fuentes oficiales del ministerio de cultura la demanda de pasajeros internacionales, nacionales y locales supera a la oferta ofrecida por el transporte ferroviario ver tabla.

Tabla 7. Cantidad de Usuarios de la Ruta Cusco Machupicchu, 2010-2019

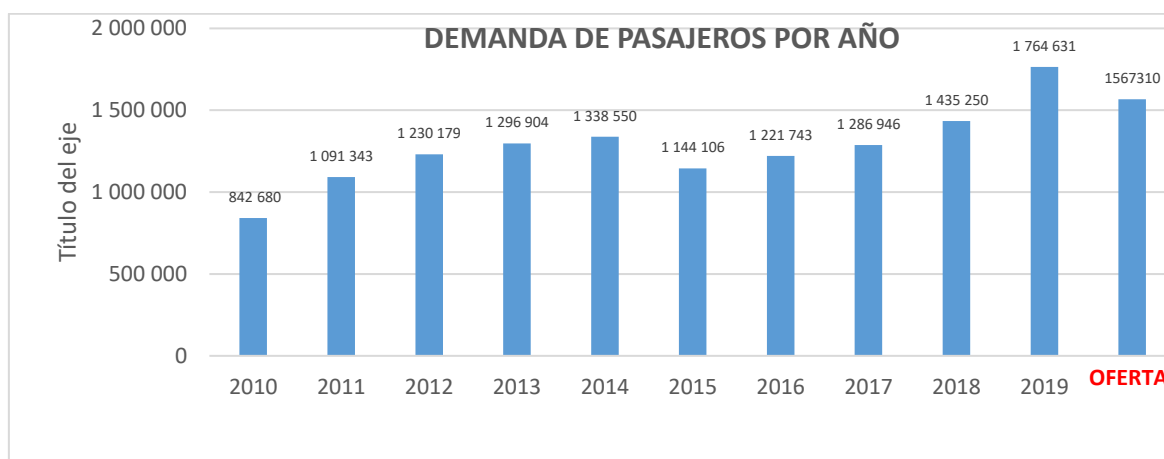
DEMANDA DE PASAJEROS INTERNACIONALES, NACIONALES , VIAJEROS FRECUENTES (POBLADOR)											
AÑO PASAJEROS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	OFERTA
Internacional	419342	608897	699680	742768	781257	851652	923595	990798	1144267	1137223	
Nacional	164 138	223 246	271 299	294 936	298093	33254	38948	36948	31783	368208	
Viajero Frecuente	259200	259200	259200	259200	259200	259200	259200	259200	259200	259200	
Total Demanda Por Año	842 680	1 091 343	1 230 179	1 296 904	1 338 550	1 144 106	1 221 743	1 286 946	1 435 250	1 764 631	1128240
Total Demanda Por Día	2340.78	3031.51	3417.16	3602.51	3718.19	3178.07	3393.73	3574.85	3986.81	4901.75	3134

Fuente: Ministerio de Cultura - Oficina General de Estadística, Tecnología de Información y FTsa.

Demanda de pasajeros viajeros a Machupicchu por año.

La demanda de pasajeros que usan el transporte ferroviario para viajar a Machupicchu por turismo y trabajo por año.

Tabla 8. Demanda de Pasajeros y oferta de transporte a Machupicchu, 2010-2019

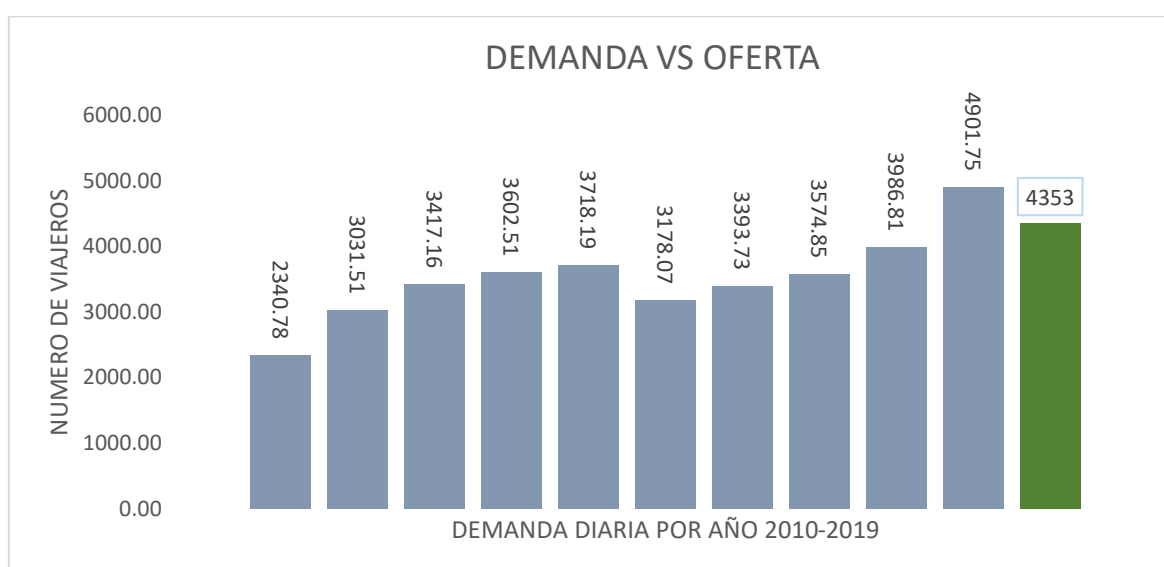


Fuente: Ministerio de Cultura - Oficina General de Estadística, Tecnología de Información y Comunicaciones. Elaboración propia

Demanda de pasajeros viajeros a Machupicchu por día.

La demanda de pasajeros que usan el transporte ferroviario para viajar a Machupicchu por turismo y trabajo por día.

Tabla 9. Demanda de Pasajeros y oferta de transporte a Machupicchu, 2010-2019 por Día



Fuente: Ministerio de Cultura - Oficina General de Estadística, Tecnología de Información y Comunicaciones. Elaboración propia

Se puede apreciar en el cuadro este que la demanda de pasajeros es mayor a la oferta por lo que algunos pasajeros optan por tomar otras rutas alternas para poder acceder a la ciudadela de Machupicchu.

ESTADO ACTUAL Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA FÉRREA DEL SUR ORIENTE CUSCO - MACHUPICCHU.

En el presente capítulo desarrollaremos el estado actual de la vía férrea Mediante la recopilación de información estadística (transporte de pasajeros) y técnica sobre las características y condiciones del transporte ferroviario por parte de la empresa concesionaria FERROCARRIL TRANSANDINO S.A se hace una descripción del estado actual de la infraestructura ferroviaria específicamente sobre la vía férrea y posteriormente detallar las condiciones de operación. En el tramo ferroviario Ollantaytambo – Machupicchu.



Figura 1 Trazo del Ferrocarril del Sur Oriente. Fuente tomada y editada de plan de negocios FTSA

Características de la Vía Férrea

Este tramo ferroviario inicio su construcción en el año de 1914 mediante una ley promulgada por el entonces presidente José Pardo y Barreda en 1929 llego a machupicchu pueblo y finalmente en el año 1978 llego a la localidad de Quillabamba.

En el año 1998 un huayco con parte de la plataforma entre hidroeléctrica y Machupicchu y la localidad de chaullay con lo cual se corta la interconexión entre cusco y Quillabamba.

El año 1999 se entrega en concesión el ferrocarril de sur y sur oriente del Perú a FERROCARRIL TRANSANDINO SA quienes desde entonces se encargan de la administración de toda la infraestructura ferroviaria de los tramos mencionados.

La red ferroviaria del sur oriente se encuentra dividida en tramos de estaciones y paraderos para el control del tránsito de trenes que circulan en esta línea, estos tramos son de distintas características en lo que respecta a la superestructura instalada en cada tramo de la línea ferroviaria



Figura 2 Ferrocarril del Sur Oriente. Fuente: tomada y editada de plan de negocios FTSA

Estado actual de la línea férrea cusco-Machupicchu

El tramo ferroviario del sur oriente cusco – hidroeléctrica está constituido por una línea férrea de 121.700 km de trocha angosta tiene como ancho de vía 36 pulgadas y/o 0.914 el cual a su vez cuneta 11 estaciones, 09 túneles ,03 zig-zass y 18 vías auxiliares a lo largo de su recorrido por la particularidad de la topografía en su recorrido cuenta también con pasos a nivel, este tramo ferroviario cuenta con un ramal Pachar-Urubamba con 13.400 km

Actualmente este tramo ferroviario se encuentra bajo la administración de la empresa concesionaria FERROCARRIL TRANSANDINO S.A con dos operadores en el transporte de carga y pasajeros como son la empresa PERURAIL e INKARAIL respectivamente.



Figura 3 Trazo Cusco Hidroeléctrica. Fuente tomada y editada de plan de negocios FTSA

Tabla 10. Características y resumen de la vía férrea

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA FÉRREA SUR ORIENTE				
	CUSCO- MACHUPICCHU	PACHAR- URUBAMBA	TOTAL	
LONGITUD (km)	121	13	134	
TUNELES	9	0	16	
PUENTES	11	2	74	
ZIG-ZAG	3	0	74	
TIPO DE RIEL				
80 lib	68	51%	68	
75 lib	53	40%	53	
60 lib		13	10%	13

Fuente: FTsa. Elaboración propia

La Plataforma

Es la Superficie terreno sobre la que se apoya la estructura es una plataforma que se encuentra en condiciones operativa en todo el tramo ferroviario del sur oriente del Perú.

Está construida conforme a cortes transversales estándar este terraplén está instalado en medio de una topografía de características agrestes con pendientes muy pronunciadas a lo largo de su recorrido salvo en pequeños tramos (Pachar – Piscacuchu) donde predomina la topografía plana.



Figura 4 Plataforma del tramo ferroviario. Fuente: Tomada y editada de plan de negocios FTSA

Los Durmientes en la vía férrea son elementos de madera instalados sobre la plataforma de la vía donde descansa la base del riel, instalados de forma equidistante entre si los mismos que son inspeccionados y cambiados de acuerdo a su estado y función con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto por el área que brinda mantenimiento a la vía férrea en este caso el departamento de Vía y Obras.

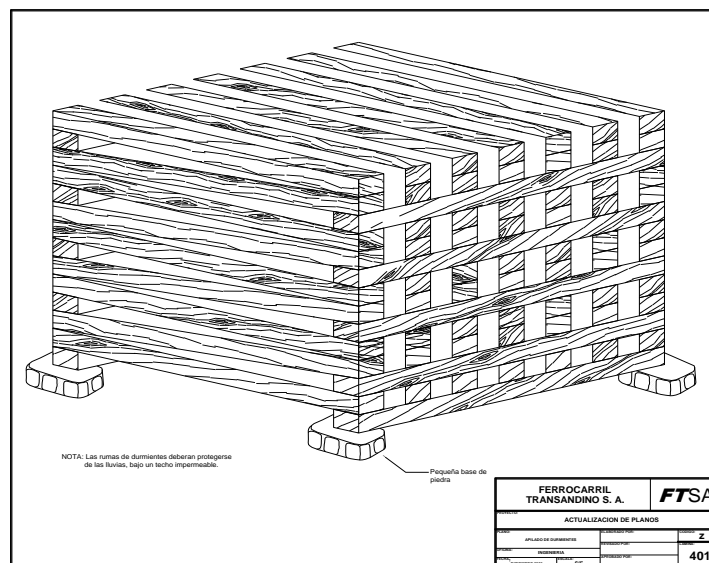


Figura 5 Almacenamiento de Durmientes. Fuente: Elaboración FTSA

Los Rieles instalados en la línea férrea hacen que las deformaciones sean de distintas características por lo existen algunos tramos con mayor demanda en el mantenimiento de las vías. El uso de cierto tipo de riel depende del uso que se le quiera dar a esta línea férrea utilizando un solo criterio a mayor libraje mayor capacidad de carga y mayor velocidad en la actualidad el concesionario puede conservar, ampliar y modernizar la infraestructura existente. Comprendidos en instalaciones fijas como la plataforma, balasto, durmientes y el riel son su respectivo sistema de sujeción de riel a durmiente.

Tabla 11. Características de Rieles instaladas de la vía férrea

LINEA	TIPOS DE RIEL INSTALADA			TOTAL	OBS.
	KILOMETRAJE DEL	AL	TIPO RIEL		
SUR ORIENTE (CUSCO - HIDROELECTRICA)	0.00	2.00	75 BSS	2.00	
	2.00	27.00	80 ASCE	25.00	
	27.00	43.00	75 BSS	16.00	TANGENTE
	43.00	67.00	80 CARN	24.00	
	67.00	73.00	75 BSS	6.00	TANGENTE
	73.00	77.00	80 CARD	4.00	
	77.00	82.00	75 BSR	5.00	CURVA
	82.00	97.00	80 BSA	15.00	
	97.00	111.00	75 BSS	14.00	CURVA
	111.00	121.00	75 ASCE	10.00	CURVA

Fuente: Datos FTSA Elaboración propia

El Balasto es un componente principal de la infraestructura ferroviaria de acuerdo a sus definiciones tiene la función de evacuar las aguas en torno a la vía férrea a los sistemas de drenaje y mantener la geometría de la línea férrea. El caso de la línea sur oriente el balasto se encuentra en condiciones aceptables ya que el mismo se renueva periódicamente manteniendo la vía férrea estable y con parámetros de deformación aceptable para una operación segura.

Elementos de sujeción son aquellos elementos que permite la sujeción entre riel y durmiente a lo largo de la vía férrea estos elementos son variables donde el

principal y predominante es el tirafondo y en otros casos el uso de los clavos, clip y soportes en especial en los tramos curvos.

La vía principal en las vías existentes solo puede desplazarse de un tren a la vez de un punto a otro (estaciones) el sistema de vía en este tramo es simple o vía única.

Vías secundarias o desvíos

es aquella vía auxiliar para un uso determinado existen dentro de la línea férrea del sur oriente del Perú dos tipos de desvío.

En la actualidad la capacidad máxima de los desvíos es para albergar como máximo 7 coches en el caso se produzca los cruzamientos lo que implicara que dos trenes que excedan este número de coches no podrán cruzar con el uso de esta vía auxiliar específicamente en el tramo Ollanta – Machupicchu donde el trafico férreo es continuo y sincronizado.

Desvío de doble entrada, desvío unido en ambos extremos a la vía principal que permite que los trenes entren por un extremo y salgan por el otro. Es el desvío ideal para el cruce de trenes, razón por la que también se le conoce por desvío de cruzamiento con el siguiente detalle.

Desvío muerto o espuela, desvío que termina en un tope con o sin amortiguador no conecta a otra vía estos se encuentra en un numero de 02 ubicados en el PK 82 + 200 y PK 92+100 en trayecto de la vía estos sin contar patios.

Tabla 12. *Características de Rieles instaladas de la vía férrea*

NOMBRE	SISTEMA DE AUTZ. DE USO	LONGITUD DE DESVIO
Tanccac	O.T	147.13
Chilca	O.T	156.7
Piscacucho	O.T	289.7
Qorihuayrachina	O.T	186.5
Pampacahua	O.T	159.8
Cedrobamba	O.T	323.5
Represa	O.T	126.5

Fuente: Elaboración propia

Estaciones ferroviarias

Este tramo ferroviario cuenta con 11 estaciones adecuados para estaciones de servicio al pasajero y campamentos y/o paraderos de paso las estaciones donde se abordan y desabordan los pasajeros y recepción de carga estas estaciones por ser de servicio cuentan con servicios esenciales para poder brindar atención al cliente consumidor de los servicios de transporte ferroviario.

Para el presente estudio de vía única por la naturaleza de sus instalaciones y amplitud en patio estación en el caso de cruzamientos, llegadas y salidas influye directamente en la capacidad de transporte ferroviario en las estaciones la operación y movimiento de trenes lo determina el jefe de patio, también se debe tomar en cuenta que estas estaciones tienen que contar con instalaciones esenciales como andenes, rampas de embarque, salas de espera , parqueo ferroviario , como zonas para el mantenimiento y limpieza del parque locomotor.



Figura 6 Estación ferroviaria Ollanta – Machupicchu. Fuente. tomada y editada de plan de negocios FTSA

En la presente tabla detallamos las estaciones del sur oriente con su ubicación y kilómetro.

Tabla 13. Estaciones ferroviarias del sur oriente

ESTACIONES DEL SUR ORIENTE			
ITM	ESTACION	KILOMETRO	UBICACIÓN
1	Estacion San Pedro	0+200	Cusco
2	Estacion Poroy	18+00	Cusco
3	Estacion Izcuchaca	30+800	Anta
4	Estacion Huarconco	41+130	Anta
5	Estacion Pachar	61+635	Urubamba
6	Estacion Ollanta	67+270	Urubamba
7	Estacion Chilca	76+600	Urubamba
8	Estacion Turismo Machupicchu	110+100	Urubamba
9	Estacion Aguas Calientes	110+711	Urubamba
10	Estacion Puente Ruinas	112+162	Urubamba
11	Estacion Hidroelectrica	121+700	Urubamba

Fuente: Datos FTSA Elaboración propia

Puentes ferroviarios

Este tramo ferroviario cuenta con un numero de 8 puentes con distintas longitudes los mismos que se encuentran en condiciones operativas y estado bueno.



Figura 7 Puentes Ferroviarios. Fuente tomada y editada de plan de negocios FTSA.

La geografía en la zona es de características limitantes ya que la topografía a lo largo de la vía férrea existe restos arqueológicos, taludes rocosos y se encuentra instalado a paralelo al rio Vilcanota lo cual no permite mejorar la curvas en cuanto a su desarrollo lo que hace que los radios sean mínimos y la circulación de trenes

no exceda de 48 KPH y en algunas curvas se tiene restricciones de velocidad en promedio se 28 KPH.

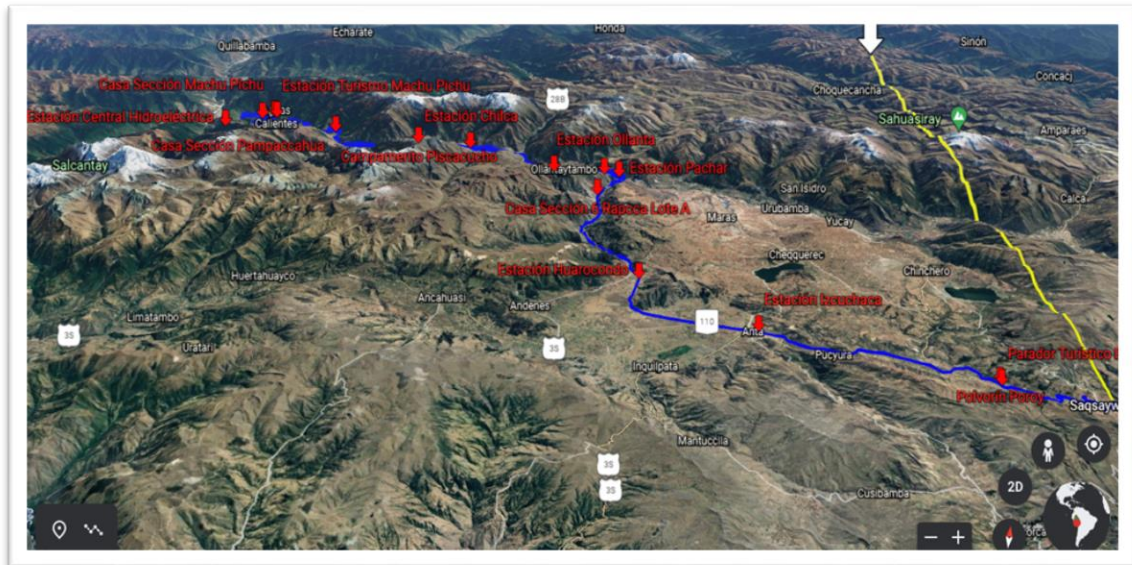


Figura 8 Geografía del tramo ferroviario. *Fuente tomada y editada google Earth.*

FACTORES Y CONDICIONES DE OPERACIÓN FERROVIARIA.

En esta parte de estudio se identificaron las condiciones de operación en el transporte de pasajeros de acuerdo a la información brindada por el concesionario de la línea ferra del sur oriente del Perú FERROCARRIL TRANSANDINO S.A e información disponible publicadas por el ente supervisor OSITRAN.

Tráfico de trenes

La característica de una operación continua en cuanto se refiere al tráfico ferroviario dependen de un tránsito homogéneo y cuando esta es interrumpida por algunas causas que perturban el transporte de pasajeros con movimiento regular disminuye la capacidad del transporte ferroviario en un escenario ideal estas interrupciones no tendrían que existir siempre en cuando también los trenes tendrían que mantener las velocidades autorizadas por tramo recorrido la velocidad mínima es de 15 kmh y la máxima es de 48 kmh en esta vía de estudio.

Frecuencia y cruce de trenes

En el ferrocarril del sur oriente tiene una limitante ya que requiere de un tiempo de espera de un tren que se encuentra en un desvío a la espera del cruzamiento de

otro tren que transita en distinto rumbo en la actualidad se cuenta con 20 frecuencias rumbo Norte y 20 rumbo Sur.

Tabla 14. Frecuencias Actuales

FRECUENCIAS Y HORARIOS DE TREN						
HORARIOS	SERVICIO	TREN	ESTACION DE EMBARQUE	HORA DE SALIDA	ESTACION DE DESEMBARQUE	HORA DE LLEGADA
MAÑANA	EXPEDITION	71	OLLANTAYTAMBO	05:05	MACHUPICCHU	06:35
	EXPEDITION	81		06:10		07:40
	PREMIUM ECONOMY	41		06:30		08:19
	VISTADOME	301		07:05		08:27
	ECONÓMICO	61		07:20		08:48
	EXPEDITION	83		07:45		09:15
	VISTADOME	601		08:00		09:25
	VISTADOME	31		08:22		09:54
	VISTADOME	501		08:53		10:29
	EXPEDITION	33		09:10		12:11
	VISTADOME	203		10:22		12:11
	VISTADOME	203		10:32		12:11
	HIRAM BINGHAM	11		10:49		12:24
	FIRST CLASS	43		11:25		12:45
		EXPEDITION		73		
VISTADOME		303	13:27	14:50		
VISTADOME		603	15:37	17:02		
EXECUTIVE CLASS		45	16:47	19:21		
NOCHE	EXPEDITION	75	OLLANTAYTAMBO	19:00	MACHUPICCHU	20:45
	EXPEDITION	51		21:00		22:45

Fuente: Datos FTSA Elaboración propia

Formación de treses para el transporte de pasajeros

La formación de trenes está dada por un conjunto de coches predispuestos hacer arrastrados por una locomotora los mismos que son programados por el área de servicios en los distintos horarios y/o frecuencias de tránsito ferroviario. Ver tabla.

Tabla 15. Saturacion de Formacion de coches**CANTIDAD DE COCHES POR FRECUENCIA DE LOS OPERADORES**

SERVICIO	Nro TREN	HORA	Nro. COCHES	% SATURACION
EXPEDITION	71	05:05	5	71%
EXPEDITION	81	06:10	5	71%
PREMIUM ECONOMY	41	06:40	3	50%
VISTADOME	301	07:05	2	29%
ECONOMICO	61	07:22	6	86%
EXPEDITION	83	07:45	6	86%
VISTADOME	601	08:00	2	29%
EXPEDITION	33	08:29	7	100%
VISTADOME	501	08:53	3	43%
VISTADOME	31	09:15	6	86%
LOCAL	21	09:50	5	71%
VISTADOME	203	10:32	4	57%
HIRAM BINGHAM	11	10:49	3	75%
FIRST CLASS	43	11:15	6	86%
EXPEDITION	73	12:55	7	100%
VISTADOME	303	13:27	2	29%
VISTADOME	603	15:37	2	29%
EXECUTIVE CLASS	45	16:36	6	86%
EXPEDITION	75	19:04	7	100%
EXPEDITION	51	21:00	7	100%
			94	69%

Fuente: Datos FTSA Elaboración propia

Señalización y Control de los Trenes

En la actualidad la señalización se encuentra instalado en toda la vía férrea lo que facilita el tránsito de trenes y peatones entorno a la vía férrea.

El control de trenes se realiza a través del CCO (centro control) de donde se imparte las autorizaciones de uso de vía (AUV) por ente el movimiento de trenes está estrictamente ligado al centro control esta comunicación entre tren y centro control se realiza mediante radiofrecuencia con línea dedicada a este propósito.

CONTROL Y MALLA DE MOVIMIENTO DE TRENES

En la actualidad el movimiento de trenes está condicionada a una programación definida el cual está elaborado por el centro control de operaciones ferroviarias CCO quienes controlan y autorizan el movimiento de trenes de estación en sentido horizontal con horarios de llegada por estación.

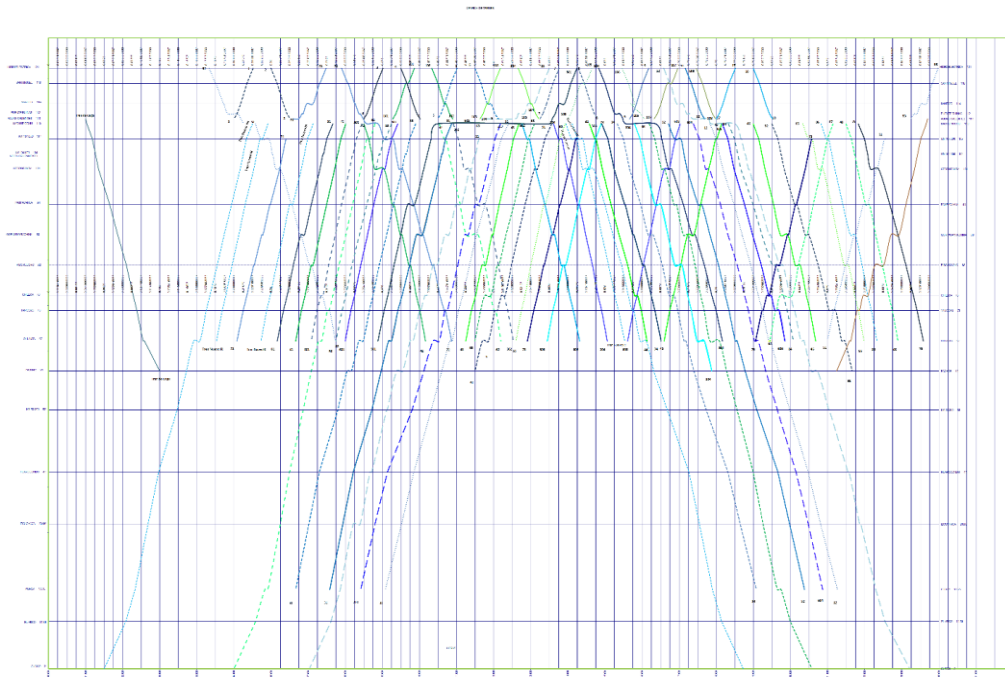


Figura 9 Grafica de cruzamiento de trenes. Fuente: FTsa

Tránsito de preferencias

Dentro de la operación ferroviaria existe el tránsito de trenes con preferencia por ser vía única en la que ocurre el movimiento de trenes en el caso de existir un tren con un servicio especial este tendrá la prioridad de tránsito estos trenes reducen la capacidad del transporte ferroviario ya que estos no se encuentran necesariamente programados en las frecuencias de salida y llegada. De forma general la disponibilidad inmediata y no programada disminuye la capacidad del transporte.

Ruta Ollantaytambo – Aguas Calientes

El tramo ferroviario ollantaytambo – aguas calientes en la actualidad es el de mayor demanda en el transporte pasajeros a partir de este punto abordan gran cantidad de pasajeros que visitan el santuario de machupicchu. Este tramo tiene la mayor cantidad de frecuencias de tren y en menor porcentaje la frecuencia con punto de

salida en otras estaciones, se detalla en las siguientes tablas cantidad de pasajeros en porcentaje

Tráfico de pasajeros

La demanda del transporte de pasajeros nacionales e internacionales según registros oficiales tomados desde el año 2010 al 2019 estas indican que existe una tendencia creciente en promedio de 0.02 % en referencia al año anterior en la ruta (cusco-machupicchu) según datos obtenidos del registro de páginas oficiales OSITRAN según muestra la gráfica estadística.



Figura 9 Cuadro estadístico de tráfico anual de pasajeros 2010-2019. Fuente: Informe de desempeño OSITRAN 2019 Elaboración: Propia

El transporte de pasajeros por operador

El ferrocarril del sur oriente cuenta con dos operadores los mismos que circulan sobre la vía férrea transportando pasajeros nacionales e internacionales en la tabla se muestra en porcentaje la participación en el mercado del transporte de pasajeros en los años 2018 y 2019.

Tabla 16. Tráfico Ferroviario por operador 2018 y 2019

TRAFICO FERROVIARIO DE PASAJEROS SUR ORIENTE				
OPERADOR	Año 2018		Año 2019	
PERURAIL	2,422,571	85.0%	2,374,282	83.0%
INCARAIL	427,513	15.0%	486,299	17.0%
TOTAL	2,850,084		2,860,581	

FUENTE: FTSA - MTC Elaboración Propia

Material tractivo

Las instalaciones ferroviarias son independientes aquellos componentes del material tractivo como locomotoras, vagones que también influyen en la capacidad del transporte ferroviario por lo que es importante mantener la operatividad a un porcentaje alto de confiabilidad del material tractivo para una operación continua y segura.

El parque tractivo del ferrocarril del sur oriente está conformado por vehículos férreos que tienen propia tracción denominados también locomotoras que jalan vehículos que no cuentan con tracción propia como coches, bodegas, tanques, plataformas en la actualidad la operación del transporte de pasajeros por parte del operario Perurail cuenta con 24 locomotoras ver tabla.

Tabla 17. *Parque tractivo S.A Sur Oriente*

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	TIPO	AÑO DE FABRICACION	CONDICION	ESTADO
1	4	Locomotora	Locomotora	1963	Concesionado	Operativo
2	3	Locomotora	Locomotora	1964	PeruRail	Operativo
3	10	Auto vagón	Auto vagón	1965	Concesionado	Operativo
4	4	Locomotora	Locomotora	1967	Concesionado	Operativo
5	1	Locomotora	Locomotora	2005	PeruRail	Operativo
6	2	Locomotora	Locomotora	2016	PeruRail	Operativo

Fuente: Empresas ferroviarias MTC - OGPP - Oficina de Estadística

Disponibilidad de locomotoras

Existe un indicador de disponibilidad de locomotoras que permite que la operación no sea interrumpida según un estudio por el banco mundial es recomendable un nivel de locomotoras operativas en un 80 % como mínimo.

Se puede observar en el siguiente cuadro en los últimos 10 años la empresa concesionaria mantuvo su indicador por encima del 80 % en el 2019 alcanzó un indicador de 86% así mismo el desempeño mensual se mantuvo sobre el 80% la disponibilidad de locomotoras solo en el mes de julio se nota un descenso en relación al otro mes.

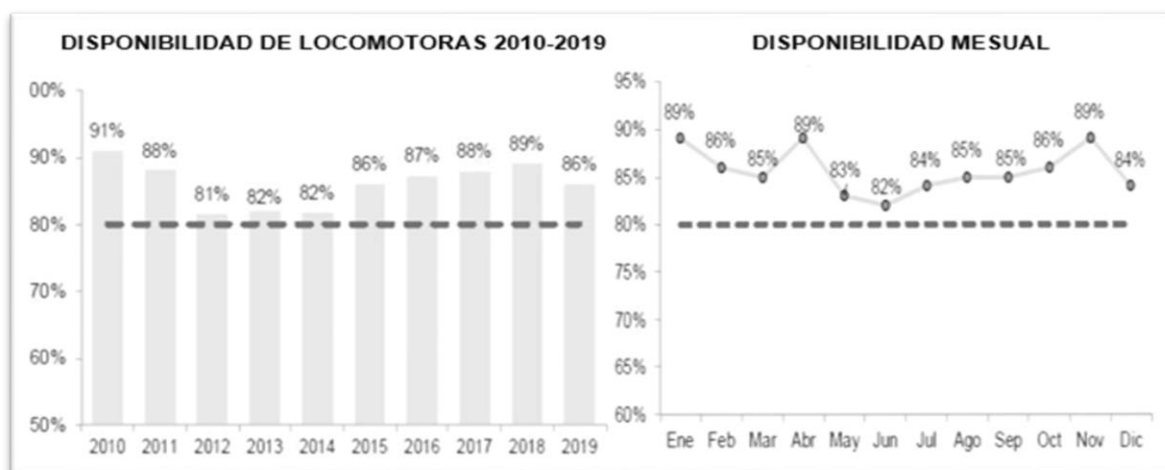


Figura 11 Cuadro estadístico de disponibilidad de locomotoras por año y mes.

Fuente: Empresas ferroviarias MTC - OGPP - Oficina de Estadística

Material Tractivo IncaRail S.A.C

El parque tractivo del operador ferroviario IncaRail S.A.C. está conformada únicamente por autovagones como se puede apreciar en tabla en la actualidad cuenta con 23 autovagones con tracción propia.

Tabla 18. Parque Tractivo y Rodante Inca Rail

ITEM	CANTIDAD	TIPO	FABRICANTE	AÑO DE FABRICACION	ESTADO
1	2	AUTOVAGONES	Edwards	2008	Inoperativo
2	9	AUTOVAGONES	Duro Dakovic	1969	Operativo
3	12	AUTOVAGONES	MACOSA	1993	Operativo

Fuente: Operadores Ferroviarios MTC. Elaboración Propia

Mantenimiento de Vía

Las interrupciones de las operaciones ferroviarias por manteniendo de la vía afectan directamente a las frecuencias de tren reduciendo los tiempos para una programación optima que permita el transporte ferroviario en mayor número de trenes también existen interrupciones por averías de locomotoras, fenómenos naturales, accidentes etc.

Tiempos de holgura

Dado que existen múltiples acontecimientos no programados que interrumpen la circulación de trenes con normalidad se programa algunos servicios con tiempos de holgura que permiten ajustar los servicios de tren de esa forma se cumplirán los horarios establecidos sin mucho retraso estos elementos de optimización deben contar con cierto tipo de información como hora de inicio para su cálculo.

ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD FERROVIARIA EN CUANTO AL TRANSPORTE DE PASAJEROS.

Mediante un análisis de los resultados obtenidos se propone el incremento de la capacidad ferroviaria en el transporte de pasajeros en el tramo ferroviario del sur oriente del Perú (Ollantaytambo – Machupicchu) a partir de métodos analíticos y optimización propuestos por entes como el ADIT y la unión internacional de ferrocarriles UIC desarrollando formulas publicadas por estos entes y elaborando diagramas de movilización de trenes según las frecuencias requeridas.

Método analítico

El método que utilizaremos es la ecuación de la UIC 405 para determinar la capacidad del transporte de trenes por día, para analizar la capacidad del tramo ferroviario sur oriente utilizando los datos particulares extraídos de la operación habitual. Donde T depende del tiempo en horas con minutos que está programado para la operación en este nuestro caso 17 horas (05 :00 am a 21:00 pm) en minutos 1020, valor t_{fm} tomará el promedio de velocidades permitidas para nuestro caso el valor que asumiré 30 minutos por otro lado T_r toma el valor tiempo en minutos por el factor del 0.33 (utilización deseada 75 %) y para hallar t_{zu} este según formula asumiré 0,25 x el número de tramos (07)

$$C = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$
$$C = \frac{1020}{30 + (30 \times 0.33) + (0.25 \times 7)}$$
$$C = \frac{1020}{41.65}$$
$$C = 24 \text{ TRNES / DIA}$$

De acuerdo a este cálculo se determinó que para 17 horas de operación se podría programar 24 trenes/día para cumplir con un recorrido Ollanta – machupicchu y/o machupicchu – Ollanta. Lo que vale decir que el incremento a lo programado incrementaría hasta en 4 frecuencias.

Tabla 19. Incremento de Frecuencias

FRECUENCIAS MAXIMAS DE SERVICIOS, HORARIOS								
FRECUENCIA	SERVICIO	TREN	SALIDA	HORA DE SALIDA	LLEGADA	HORA DE LLEGADA	TIEMPO DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
1	FREC. P1		OLLANTAYTAMBO	04:05	MACHUPICCHU	05:31	01:26	30.00
2	FREC. P2			04:32		05:58	01:26	30.00
3	EXPEDITION	71		05:05		06:35	01:30	28.67
4	FREC. P3			05:44		07:10	01:26	30.00
5	EXPEDITION	81		06:10		07:40	01:30	28.67
6	PREMIUM ECONOMY	41		06:40		08:01	01:21	31.85
7	VISTADOME	301		07:05		08:27	01:22	31.39
8	ECONOMICO	61		07:22		08:48	01:26	30.07
9	EXPEDITION	83		07:45		09:15	01:30	28.67
10	VISTADOME	601		08:00		09:25	01:25	30.28
11	EXPEDITION	33		08:29		09:54	01:25	30.28
12	VISTADOME	501		08:53		10:29	01:36	26.88
13	VISTADOME	31		09:15		10:52	01:37	26.54
14	LOCAL	21		09:50		12:11	02:21	18.30
15	VISTADOME	203		10:32		12:11	01:39	26.06
16	HIRAM BINGHAM	11		10:49		12:24	01:35	27.22
17	FIRST CLASS	43		11:15		12:45	01:30	28.67
18	FREC. P6			12:36		14:02	01:26	30.00
19	EXPEDITION	73		12:55		14:25	01:30	28.67
20	VISTADOME	303		13:27		14:50	01:23	31.16
21	VISTADOME	603		15:37		17:02	01:25	30.28
22	EXECUTIVE CLASS	45		16:36		18:09	01:33	27.74
23	EXPEDITION	75		19:04		20:45	01:41	25.60
24	EXPEDITION	51		21:00		22:45	01:45	24.57

FUENTE: Portal web PeruRail e Inca Rail

ELABORACION: Propia

PROM. 1:30 Hrs. 28.66 km/hr

Diagrama de movilización de trenes para el transporte de pasajeros

Para elaborar el diagrama de movimiento de trenes en el transporte de pasajeros utilizaremos las distancias entre estaciones y desvíos de la vía férrea del sur oriente (Ollanta - Machupicchu) para las velocidades se tomara en cuenta restricciones emitidas en circular de instrucciones especiales editado por FERROCARRIL TRANSANDINO S.A con esta información calcularemos el tiempo de recorrido en horas de un tren de estación a estación considerando las condiciones de operación en vía ferroviaria de estudio, estos cálculos se realizará en los tramos donde se permita el cruzamiento de trenes.

Tabla 20. *Ubicación y distancia entre estaciones rumbo Norte*

CALCULO DE DISTANCIAS RUMBO NORTE					
ESTACIONES / DESVIOS	kilometro /estacion	DISTACIA ENTRE ESTACIONE S km	VELOCIDA D MEDIA	HORAS	HORAS ACULADA S
Ollanta	66.50	0	30	0.000	0.000
Tanccac	72.90	6.40	30	0.213	0.213
Chilca	76.60	3.70	30	0.123	0.337
Piscacucho	81.70	5.10	30	0.170	0.507
Qorihuayrachina	88.20	6.50	30	0.217	0.723
Pampacahua	93.80	5.60	30	0.187	0.910
Cedrobamba	101.40	7.60	30	0.253	1.163
Represa	106.80	5.40	30	0.180	1.343
Machupicchu	109.00	2.20	30	0.073	1.417

Fuente: FTSA MTC, Elaboración Propia

Tabla 21. Ubicación y distancia entre estaciones rumbo Sur

CALCULO DE DISTANCIAS RUMBO SUR						
ESTACIONES / DESVIOS	kilometro /estacion	DISTANCIA		VELOCIDAD MEDIA	HORAS	HORAS CALCULADAS
		ENTRE ESTACIONES	km			
Machupicchu	109	0		30	0.000	0.000
Represa	106.8	2.2		30	0.073	0.073
Cedrobamba	101.4	5.4		30	0.180	0.253
Pampacahua	93.8	7.6		30	0.253	0.507
Qorihuayrachina	88.2	5.6		30	0.187	0.693
Piscacucho	81.7	6.5		30	0.217	0.910
Chillca	76.6	5.10		30	0.170	1.080
Tanccac	72.9	3.70		30	0.123	1.203
Ollanta	66.5	6.4		30	0.213	1.417

Fuente: FTSA MTC, Elaboración Propia

En estas tablas podemos apreciar el tiempo de recorrido entre estaciones y las distancias que existe entre las mismas y los puntos medios donde podrían realizar los cruzamientos los trenes que circulan en rumbos opuestos (Norte, Sur). En este caso el tiempo de recorrido de estación final a estación inicial es de 1.41 horas en ambos sentidos equivalente a 1 hora con 41 minutos con dicha información podemos elaborar el diagrama de movilización de trenes.

Diagrama de movilización de trenes Ollana – Machupicchu

El diagrama de movilización de trenes Ollanta machupicchu nos demuestra el tiempo que recorrido y la distancia que recorre un tren desde un punto de inicio a un punto de llegada en sentidos opuestos

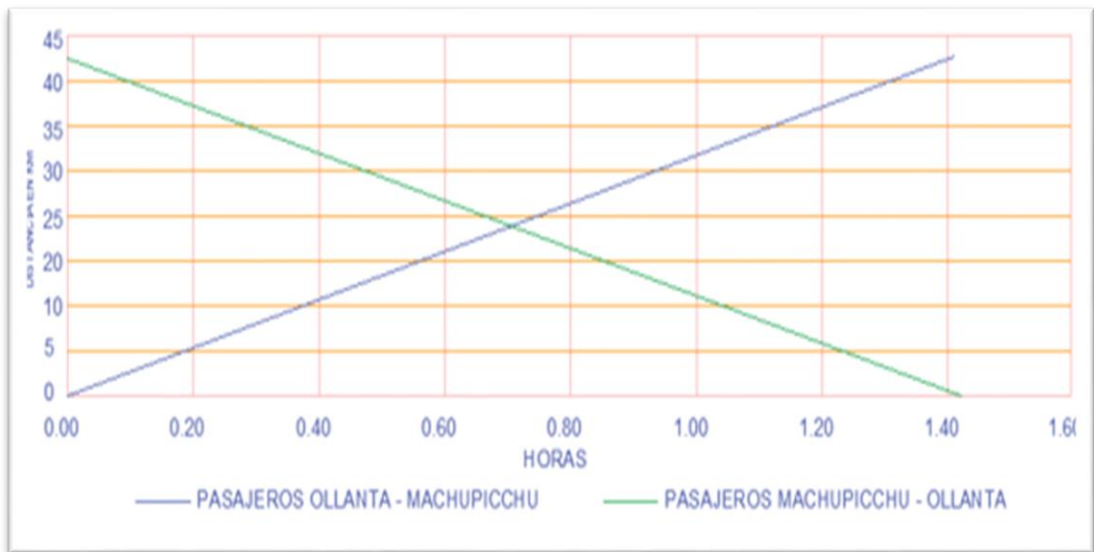


Figura 10 Grafica de cruzamiento de trenes. Fuente: Elaboración Propia

Método de optimización

Utilizaremos este método para optimizar la capacidad ferroviaria del ferrocarril sur oriente (Ollanta – Machupicchu) tomando en consideración los servicios ya existentes al año 2019 mediante la programación y diagramas de movimiento de trenes que nos permita conocer el comportamiento óptimo de la capacidad ferroviaria por día.

Capacidad de transporte férreo con incremento de coches de pasajeros

Para calcular la capacidad máxima en el transporte de pasajeros tomaremos en cuenta la capacidad máxima de 07 coches que permite los desvíos (vías auxiliares) en cruzamiento de trenes. De estos cálculos se puede decir que podría incrementar en 42 coches a los ya programados de manera regular haciendo uso de su máxima capacidad de esta forma se optimizaría la capacidad considerado el incremento de coches. Según detalle de tabla que demuestra la capacidad en uso y la capacidad máxima.

Tabla 22. Capacidad máxima de coches

INCREMENTO DE COCHES POR FRECUENCIA

SERVICIO	Nro TREN	HORA	Nro. COCHES	CAPACIDAD PROMEDIO POR COCHE	CAPACIDAD DE TRANSPORTE ACTUAL (Nro. Pax)	CAPACIDAD MAXIMA DE COCHES POR FRECUENCIA	CAPACIDAD DE TRANSPORTE ANUAL PAX	INCREMENTO EN %
EXPEDITION	71	05:05	5	48	87,600	7	122,640	40%
EXPEDITION	81	06:10	5	48	87,600	7	122,640	40%
PREMIUM ECONOMY	41	06:40	3	38	41,610	7	97,090	133%
VISTADOME	301	07:05	2	48	35,040	7	122,640	250%
ECONOMICO	61	07:22	6	38	83,220	7	97,090	17%
EXPEDITION	83	07:45	6	48	105,120	7	122,640	17%
VISTADOME	601	08:00	2	48	35,040	7	122,640	250%
EXPEDITION	33	08:29	7	48	122,640	7	122,640	0%
VISTADOME	501	08:53	3	48	52,560	7	122,640	133%
VISTADOME	31	09:15	6	48	105,120	7	122,640	17%
LOCAL	21	09:50	5	50	91,250	7	127,750	40%
VISTADOME	203	10:32	4	48	70,080	7	122,640	75%
HIRAM BINGHAM	11	10:49	3	42	45,990	3	45,990	0%
FIRST CLASS	43	11:15	6	38	83,220	7	97,090	17%
EXPEDITION	73	12:55	7	48	122,640	7	122,640	0%
VISTADOME	303	13:27	2	48	35,040	7	122,640	250%
VISTADOME	603	15:37	2	48	35,040	7	122,640	250%
EXECUTIVE CLASS	45	16:36	6	38	83,220	7	97,090	17%
EXPEDITION	75	19:04	7	48	122,640	7	122,640	0%
EXPEDITION	51	21:00	7	48	122,640	7	122,640	0%
PR=73	IR=21		94		1,567,310	136	2,279,060	45%

INCREMENTO DE FRECUENCIAS	0
INCREMENTO DE COCHES	42

Fuente: FTSA, Elaboración Propia

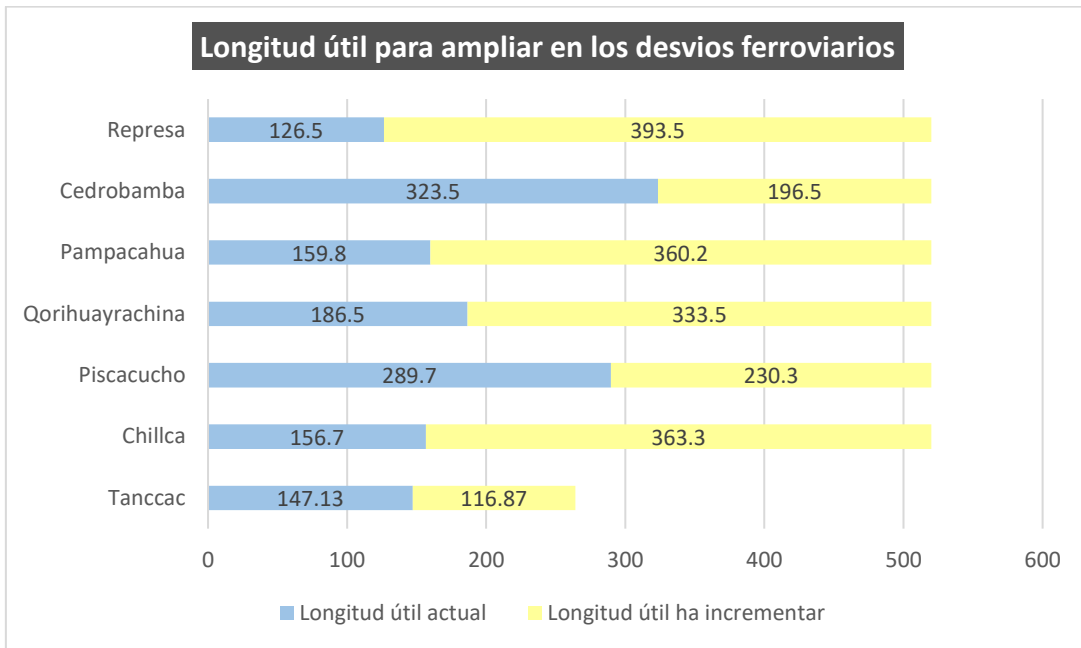
En esta tabla se puede observar la programación diaria en el uso de coches por frecuencia y el número de pasajeros a transportar por año, por otro lado, también podemos observar que promando a su capacidad máxima (07 coches) sin incrementar frecuencias esta programación nos permitiría transportar 45% más de lo programado en la actualidad.

Método Practico o Simulación

Los desvíos o vías axilares en el ferrocarril del sur oriente miden en promedio 160 metros de longitud que hace que este desvió reciba como ocupación máxima un convoy de 7 coches incluida su locomotora de arrastre.

Para mejorar esta problemática se plantea ampliar los desvíos o vías axilares en su máxima capacidad longitud en metros llegando a tener desvíos que permitirá una ocupación máxima de coches incluidos su locomotora de arrastre para su mejor comprensión ver imagen.

Tabla 23. Longitud de desvíos y proyección



Fuente: FTSA, Elaboración Propia

Del cuadro podemos interpretar que al ampliar estos desvíos nos permitirá mayor capacidad de arrastre de coches lo que incrementaría la capacidad de transporte de pasajeros en la actualidad los desvíos están diseñados para albergar máximo 7 coches y con una ampliación estos desvíos podrían albergar de 9 a más coches lo que influiría en la capacidad ferroviaria. según figura.

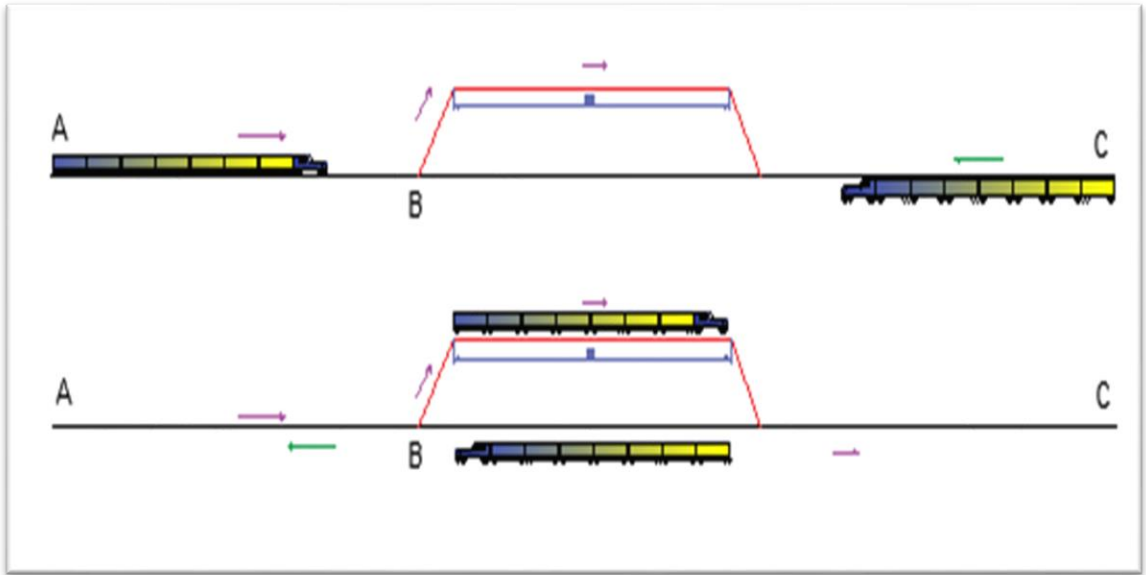


Figura 11 Longitud promedio de desvíos actuales. Fuente: FTSA, Elaboración Propia

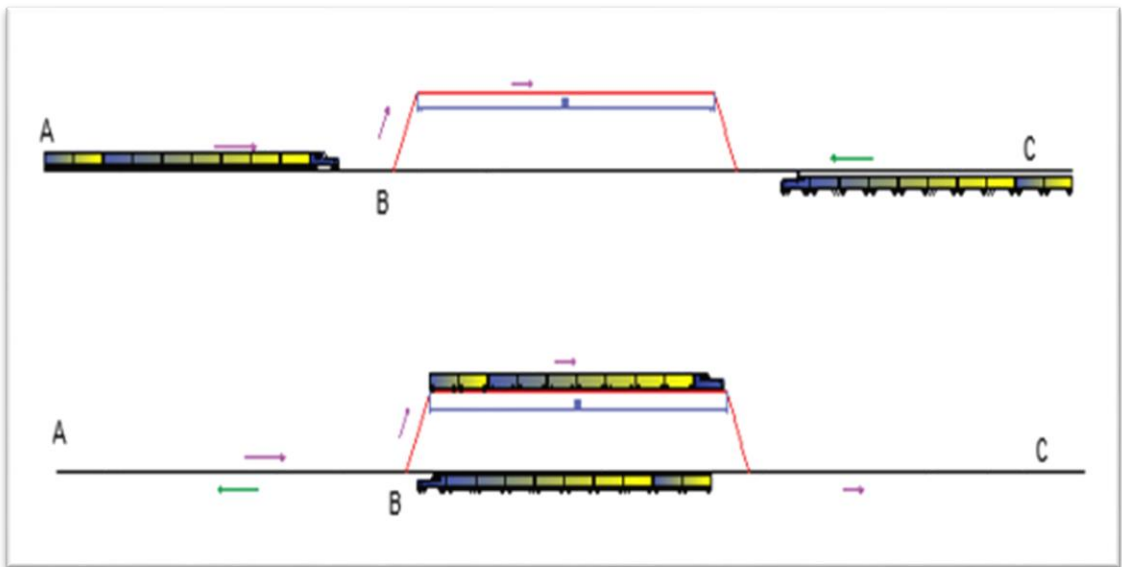


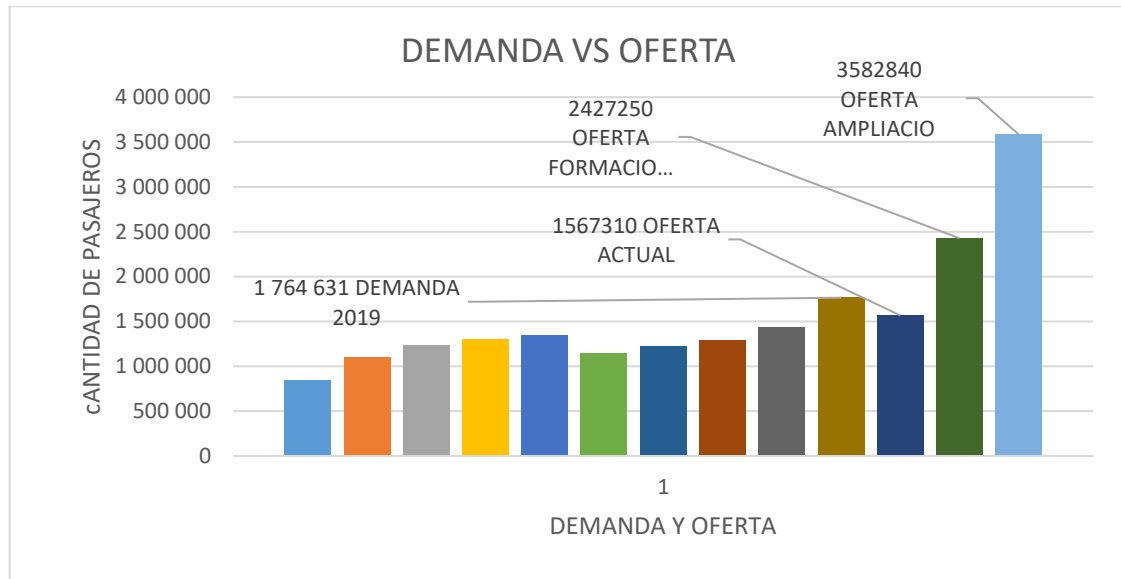
Figura 12 Longitud de desvíos en proyección a partir de 200 mts. Fuente: FTSA, Elaboración Propia

Demanda vs Oferta

Finalmente, luego de analizar el estado actual del corredor ferroviario y desarrollar los métodos de optimización de la capacidad ferroviaria podemos concluir que es factible el incremento de la capacidad de transporte en el corredor férreo sur oriente del Perú. ver cuadro.

Tabla 23

Oferta y Demanda de pasajeros



Fuente: FTSA, Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Discusión de resultados

En cuanto al estado actual de este tramo ferroviario a sus elementos que componen la línea férrea como durmientes, cambios, puentes, riles, paso, nivel cruces, balasto, desvíos, señales, accesorios de sujeción de rieles y estaciones estas se encuentran en condiciones óptimas y operativas ya que cuentan con mantenimientos periódicos por parte de la empresa concesionaria FERROCARRIL TRANSANDINO S.A y supervisión de la misma por parte del ente supervisor OSITRAN.

Según estos resultados obtenidos en relación tesis “Determinación de la capacidad ferroviaria del corredor Facatativá – Bogotá con sus características físicas actuales”. Este corredor denominado así por sus autores no se encuentra en condiciones óptimas de operación por lo que amerita un cronograma de mantenimiento periódico que permita proyecciones futuras con mayor flujo y demanda de servicios en el transporte ferroviario de este corredor en estudio.

El diagrama de movilización en la nuestra vía férrea del sur oriente alcanza a una capacidad máxima de 24 trenes/día según nuestro calculo analítico en el tramo de mayor concurrencia del transporte de pasajeros (Ollantaytambo – Machupicchu).

Mientras que en estudios de diagramación de frecuencias en el corredor Fáctica – Sabana con similares características a la nuestra calcula 20 trenes/día.

En el presente trabajo se buscó distintas formas de optimización de la capacidad ferroviaria para el transporte de pasajeros, obteniendo resultados alentadores que incrementan nuestra capacidad hasta en 45%, mientras que por nuestros antecedentes de estudio no se busca optimizar el transporte por otros métodos estos más se avocan al incremento de frecuencias.

VI. CONCLUSIONES

Al culminar con este trabajo podemos concluir en los siguiente:

1. Como parte del resultado obtenido en la presente tesis podemos concluir en que es posible incrementar la capacidad ferroviaria en el tramo del sur oriente por consiguiente la capacidad instalada en la actualidad es posible optimizarla a su máxima ocupación para mejorar el servicio de transporte de pasajeros lo que permitirá al operador proyectar su venta en función a este incremento.
2. La disponibilidad de locomotoras se mantiene por encima del 80% lo que garantiza una operación continua y segura.
3. El mayor flujo de pasajeros que visitan la ciudadela de Machupicchu se da en el tramo ferroviario ollantaytamo – Machupicchu con una ocupación del 74.9 % y otras rutas en 25.1% siendo así el tramo con mayor importancia en uso del transporte ferroviario.
4. Al incrementar 42 coches distribuidos en diferentes servicios (trenes) programados incrementaría la capacidad ferroviaria en cuanto al transporte de pasajeros en un 45% teniendo en cuenta que la máxima instalación de coches es de 7 por frecuencia.
5. El incremento de 4 frecuencias a malla de frecuencias programadas al día de hoy mejoraría la capacidad ferroviaria actual en el transporte de pasajeros.
6. La infraestructura como estaciones y vía férrea del tramo ollantaytambo-machupicchu se encuentra en buenas condiciones y operativas lo que permitiría un incremento de su capacidad.

VII. RECOMENDACIONES

Al finalizar con la presente tesis deseamos sugerir algunas recomendaciones en base a los resultados obtenidos en el estudio y análisis del presente trabajo

1. Es relevante una evolución al transporte ferroviario en cuanto a su capacidad de transporte de pasajeros y proyecciones futuras cantidad de servicios que transportan pasajeros con destino a la ciudadela de machupicchu.
2. Los servicios de transporte de pasajeros deberían de estandarizarse en cuanto a periodos de salida mínimo en 30 minutos entre tren y tren en el tramo ollantaytambo – machupicchu.
3. Se debe evaluar la propuesta de incrementar la longitud de los desvíos lo que permitirá optimizar la capacidad ferroviaria para el transporte de pasajeros.
4. Al elaborar la tabla de distancias y tiempos de recorrido entre estaciones y desvíos nos permite diseñar nuestro diagrama de recorrido de los trenes e identificar los puntos de cruzamiento en tiempo y espacio en recorrido de trenes que circulan en sentido opuesto.
5. Al elaborar la tabla de uso diario de coches programados por la empresa operadora y la proyección de uso de coches a su máxima capacidad esta arroja un porcentaje de 40% en promedio de incremento de capacidad de transporte de pasajeros en relación al uso que se le asigna a cada servicio de tren en la actualidad.
6. Según el método analítico que se usó para determinar la capacidad ferrovía del ferrocarril en sur oriente se determinó que para 17 horas de operación se podría programar 24 trenes/día para cumplir con un recorrido Ollanta – machupicchu y/o machupicchu – Ollanta. Lo que vale decir que el incremento a lo programado incrementaría hasta en 4 frecuencias.
7. Al implementar los desvíos o vías axilares más 40 metros nos permitirá una capacidad de arrastre de 9 coches lo mejoraría la capacidad ferroviaria en cuanto al transporte de pasajeros.

REFERENCIAS

- ADIF (Administrador de infraestructuras ferroviarias). [en línea]. [2011].
Página web. URL <http://www.ADIF.es>
- ADIF, CIRTRA 2010 Tomo I, Características de Infraestructura. Estructura y Equipamiento de los tramos. Enero 2011.
- ADIF, CIRTRA 2010 Tomo II, Circulaciones y Km.-tren por tramos. Enero 2011.
- ADIF, Manual de Circulación al RGC, Abril 1993.
- ADIF, Normas Específicas de Circulación (NEC), Abril 1997
- ADIF, Prescripciones Técnicas y Operativas de circulación y seguridad (PTO), Junio 2003.
- ADIF, Reglamento General de Circulación RGC, Abril 1993.
- ADIF. Norma ADIF de Señalización, Norma funcional y técnica para sistemas de control de tráfico centralizado (CTC). Octubre 1.999.
- Carlos Alberto Valdivia Cubas Tesis análisis y perspectivas del ferrocarril de pasajeros en México presentado por: David Diaz Gonzales Alma Maldonado Gonzales
- Fundación de los Ferrocarriles Españoles. [en línea]. [2011]. Página web, URL <http://www.ffe.es>.
- Generalitat de Catalunya. [en línea]. [2011]. Página web. URL http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/INFORMACION_MFO_M/INFORMACION_ESTADISTICA/.
- <http://www.gencat.net/>.
- LÓPEZ PITA, Andrés. Explotación de líneas de ferrocarril. Barcelona. Edicions UPC 2008.
- Ministerio de Fomento. [en línea]. [2011]. Página web. URL
- Plan Estratégico para el Transporte Ferroviario en el Perú presentado por: Luis Alberto Kitsutani Yoshimoto Fernando Valentín Martínez Cáceda
- Renfe-Operadora. [en línea] [2011]. Página web, URL <http://www.renfe.es>
- Tesis determinación de la capacidad ferroviaria del corredor facultativa-bogota con sus características físicas actuales. Presentado por Camilo Andrés Cadena Mora.

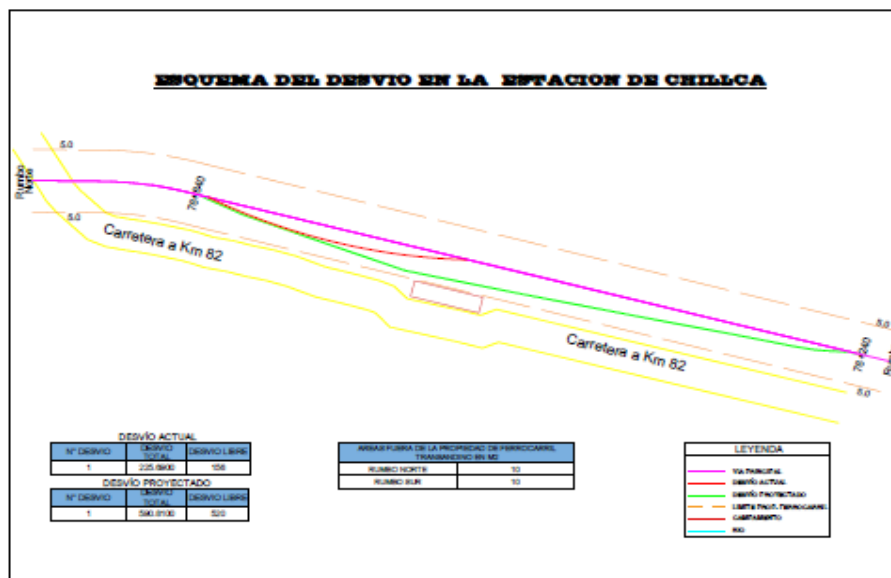
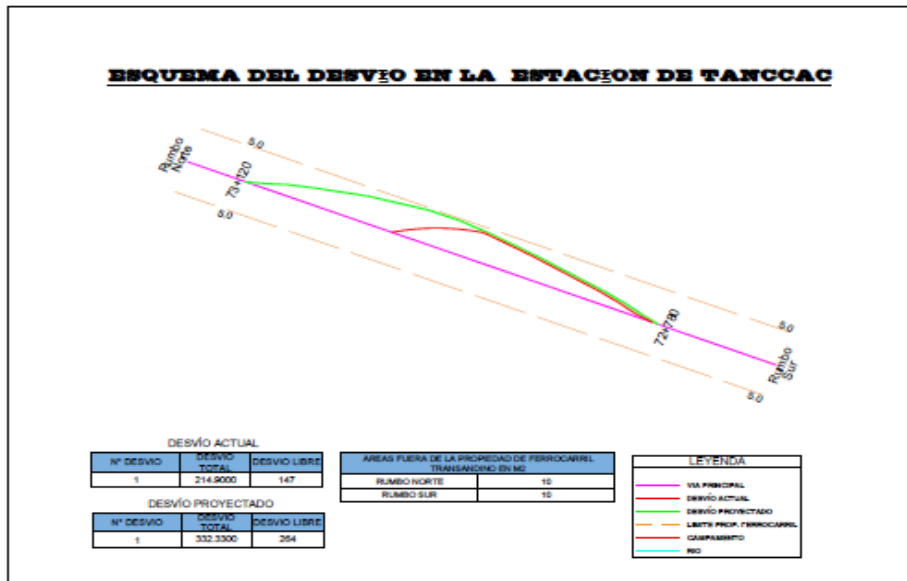
ANEXOS

Matriz de Consistencia

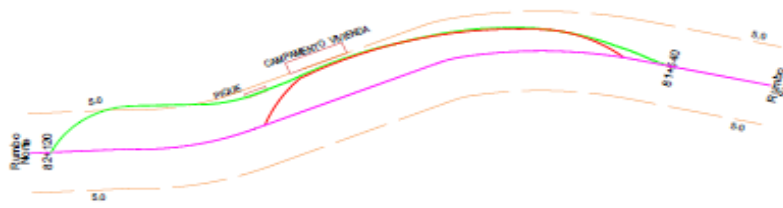
ANÁLISIS DEL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA LÍNEA FÉRREA DEL SUR ORIENTE (CUSCO – MACHUPICCHU) Y SU IMPACTO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL ACTUAL - 2021				
PROBLEMA	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	MOTODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variable Independiente: Capacidad de transporte	TIPO DE INVESTIGACIÓN: La investigación es APLICADA , debido que se refiere al estudio científico que busca resolver problemas prácticos DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: La investigación EXPERIMENTAL debido que la investigación realizada será con un enfoque científico, donde unos conjuntos de variables se mantienen constantes, mientras que los otros conjuntos de variables se miden como sujeto del experimento Población: Línea Férrea Muestra: tramo Sur Oriente, comprendido entre Cusco y Machupicchu
El incremento de transporte en carga y pasajeros entre el año 2010-2019 en el tramo ferroviario (Cusco - Machupicchu) creció de forma exponencial superando la demanda a la oferta, afectando la capacidad ferroviaria actual en el tramo ferroviario Sur Oriente.	Evaluación y propuesta para el incremento de la capacidad de transporte en la vía férrea del Sur Oriente (Cusco - Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual - 2021.	El incremento de la capacidad de transporte ferroviario de el corredor ferroviario Sur Oriente (Cusco – Machupicchu) influiría significativamente su impacto en el transporte de carga y pasajeros en la infraestructura vial actual - 2021		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	Variable dependiente: Infraestructura Vial	
En el tráfico actual la circulación de trenes es limitada debido a que no se cuenta con un plan de optimización de frecuencias que permitan el transporte en mayor número de carga y pasajeros en el tramo ferroviario del sur oriente (Cusco Machupicchu) frecuencias se encuentran limitadas a una programación de trenes definida.	Evaluación y propuesta de mejora de las frecuencias de tren permitiría el incremento de la capacidad de transporte de la vía férrea del Sur Oriente (Cusco Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual - 2021.	La optimización de la circulación de tráfico de trenes en el transporte ferroviario del corredor ferroviario Sur Oriente (Cusco – Machupicchu) influiría significativamente su impacto en la infraestructura vial actual - 2021		

<p>La formación de coches es limitada sin considerar el arrastre máximo de una locomotora en el tramo ferroviario del sur oriente (Cusco Machupicchu) frecuencias se encuentran limitadas a una programación de trenes definida</p>	<p>Avaluar la formación de coches que permita aprovechar el máximo arrastre de una locomotora en el tramo ferroviario del sur oriente (Cusco Machupicchu) frecuencias se encuentran limitadas a una programación de trenes definida</p>	<p>Al incrementar la formación de formación de coches a su máxima capacidad incrementara el aforo en el transporte de pasajeros en el tramo ferroviario del sur oriente (Cusco Machupicchu) frecuencias se encuentran limitadas a una programación de trenes definida</p>		
<p>La sección de la línea férrea (desvíos) del sur oriente no permite el incremento de la capacidad de transporte de carga y pasajeros en el tramo ferroviario Sur Oriente (Cusco Machupicchu) lo que afecta negativamente en el impacto de la infraestructura vial actual.</p>	<p>Evaluación y propuesta de mejora de la sección de la línea en el incremento de la capacidad de transporte de la línea férrea del Sur Oriente (Cusco Machupicchu) y su impacto en la infraestructura vial actual - 2021</p>	<p>El incremento de distancias en los desvíos actuales de la sección de la línea en el transporte ferroviario del corredor ferroviario Sur Oriente (Cusco – Machupicchu) influiría significativamente su impacto en la infraestructura vial actual - 2021</p>		

Desvíos Propuestos



ESQUEMA DEL DESVIO EN LA ESTACION DE PISCACUCHO



DESVIO ACTUAL		
Nº DESVIO	DESVIO TOTAL	DESVIO LIBRE
1	256.2800	256
2	77.6000	35

ÁREA FUERA DE LA MUNICIPALIDAD PAMPACARUA, TRANSMISIÓN EN MS		
RUMBO NORTE		
RUMBO SUR		
	40	
	10	

LEYENDA	
—	VA PRINCIPAL
—	DESVIO ACTUAL
—	DESVIO PROYECTADO
---	LÍMITE FINO, PAMPACARUA
---	CAMBIAMIENTO
---	MS

DESVIO PROYECTADO		
Nº DESVIO	DESVIO TOTAL	DESVIO LIBRE
1	262.0000	220

ESQUEMA DEL DESVIO EN LA ESTACION DE PAMPACARUA



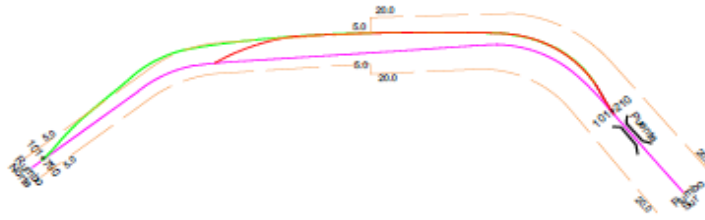
DESVIO ACTUAL		
Nº DESVIO	DESVIO TOTAL	DESVIO LIBRE
1	256.8000	156
2	77.6000	120

ÁREA FUERA DE LA MUNICIPALIDAD PAMPACARUA, TRANSMISIÓN EN MS		
RUMBO NORTE		
RUMBO SUR		
	21	
	11	

LEYENDA	
—	VA PRINCIPAL
—	DESVIO ACTUAL
—	DESVIO PROYECTADO
---	LÍMITE FINO, PAMPACARUA
---	CAMBIAMIENTO
---	MS

DESVIO PROYECTADO		
Nº DESVIO	DESVIO TOTAL	DESVIO LIBRE
1	262.0000	220
2	77.6000	35

ESQUEMA DEL DESVIO EN CEDROAMBA



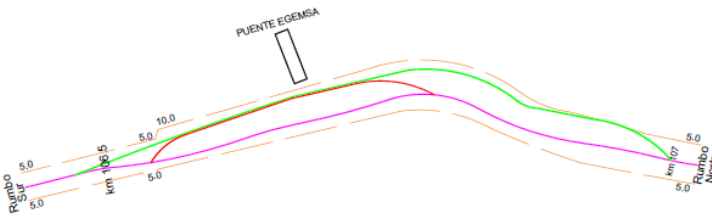
DESVÍO ACTUAL		
N° DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	362.0000	222

DESVÍO PROYECTADO		
N° DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	362.0000	222

ÁREAS FUERA DE LA PROPIEDAD DE FERROCARRIL TRANSCANDINO EN M2	
RUMBO NORTE	80
RUMBO SUR	10

LEYENDA	
—	VIA PRINCIPAL
—	DESVÍO ACTUAL
—	DESVÍO PROYECTADO
—	LIMITE PROP. FERROCARRIL
—	CAMPUAMENTO
—	RIO

ESQUEMA DEL DESVIO EN EL KM 107



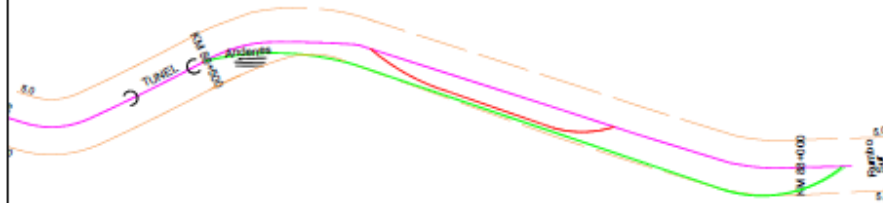
DESVÍO ACTUAL		
N° DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	167.5000	126

DESVÍO PROYECTADO		
N° DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	690.0000	520

ÁREAS FUERA DE LA PROPIEDAD DE FERROCARRIL TRANSCANDINO EN M2	
RUMBO NORTE	10
RUMBO SUR	10

LEYENDA	
—	VIA PRINCIPAL
—	DESVÍO ACTUAL
—	DESVÍO PROYECTADO
—	LIMITE PROP. FERROCARRIL
—	CAMPUAMENTO
—	RIO

ESQUEMA DEL DESVIO EN LA ESTACION DE COORINUATRACHINA



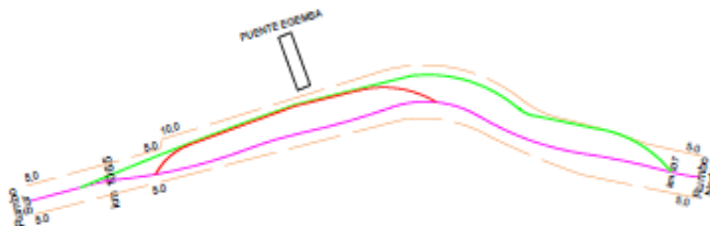
DESVÍO ACTUAL		
Nº DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	256.000	188

DESVÍO PROYECTADO		
Nº DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	573.700	520

ÁNGULO FUERA DE LA PROPIEDAD DE PARAGUARI, TRANSCURRIENDO EN SE	
ÁNGULO NORTE	188
ÁNGULO SUR	88

LEYENDA	
—	VÍA PRINCIPAL
—	DESVÍO ACTUAL
—	DESVÍO PROYECTADO
—	LÍNEA PAIS. PARAGUARI
—	CAMBIAMIENTO
—	NO

ESQUEMA DEL DESVIO EN EL KM 107



DESVÍO ACTUAL		
Nº DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	167.300	128

DESVÍO PROYECTADO		
Nº DESVÍO	DESVÍO TOTAL	DESVÍO LIBRE
1	580.000	520

ÁNGULO FUERA DE LA PROPIEDAD DE PARAGUARI, TRANSCURRIENDO EN SE	
ÁNGULO NORTE	12
ÁNGULO SUR	12

LEYENDA	
—	VÍA PRINCIPAL
—	DESVÍO ACTUAL
—	DESVÍO PROYECTADO
—	LÍNEA PAIS. PARAGUARI
—	CAMBIAMIENTO
—	NO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): Luis Humberto Cornejo Tamayo
Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Norte, promoción, aula, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es “Evaluación y Propuesta Para el Incremento de la Capacidad de Transporte en la Línea Férrea del Sur Oriente (Cusco - Machupicchu) y su Impacto en la Infraestructura Vial Actual – 2021” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma
Bocangelino Salas Wilber Patrik
D.N.I: 80184935

RECIBIDO AGOSTO 2021

FETRASA
Luis Cornejo Tamayo
Jefe de Proyectos

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable: [con su respectivo autor, año y página]

Se conoce variable de una investigación a la característica que de manera sencilla interactúa con las demás variables (Sabino, 1992, p. 62).

Según De Rus, Campos, y Nombela (2003), el transporte se define como el movimiento de personas y mercancías a lo largo del espacio geográfico por medio de tres modos principales: terrestre, aéreo y/o marítimo.

Dimensiones de las variables: [con su respectivo autor, año y página]

Dimensión 1

Capacidad ferroviaria

Cantidad pasajeros
Cantidad de coches
Cantidad de frecuencias

Dimensión 2

Infraestructura ferroviaria

Longitud de desvíos
Longitud de vía
Estados físicos de la vía

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Capacidad Del Transporte Ferroviario

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
La capacidad de transporte es la magnitud y límite que tiene cada tren en transportar carga y pasajeros de un punto a otro.	Cantidad de pasajeros Cantidad de coches Número de frecuencias	Pasajeros Coches Frecuencias	Toneladas, cantidad de personas y frecuencias en tiempos
La infraestructura es la totalidad de los elementos vinculados a las vías principales y a las de servicio y a los ramales de desviación para particulares, con excepción de las vías situadas dentro de los talleres de reparación de material rodante y de los depósitos o garajes del mismo.	Condiciones físicas de la vía Mantenimiento correctivo y preventivo de la vía	Estado de la vía	kilómetros, metros, horas, meses y años

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE *DEMANDA Y CAPACIDAD FERROVIARIA PARA TRANSP. PASAJEROS*

N°	VARIABLES / DIMENSIONE / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DIMENSION 1							
1	Capacidad Del Transporte Ferroviario	X	No	X	No	X	No	
2								
	DIMENSION 2.							
3		Si	No	Si	No	Si	No	
4								
	VARIABLE DEPENDIENTE:							
	DIMENSION 1:							
5	Infraestructura Ferroviaria	X	No	X	No	X	No	
6								
	DIMENSION 2							
7		Si	No	Si	No	Si	No	
8								
	DIMENSION 3							
9		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** **Aplicable después de corregir** **No aplicable**

Apellidos y nombres del juez validador. Ing.: *Luis Humberto Cornejo Tamayo* DNI: *16278036*

Especialidad del validador: *JEFE PROYECTOS - FERROCARRIL TRANSMARINO*

Lima 18 de agosto del 2021

FETRASA

Luis Humberto Cornejo Tamayo

Ing. Luis H. Cornejo Tamayo
CIP 158387

.....
Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión