

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

**RELACIÓN COSTO - BENEFICIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE
VÍAS RURALES EN RIOBAMBA, MEDIANTE BASE
ESTABILIZADA CON CEMENTO.**

Autor:

VÍCTOR HUGO GRANDA CASTILLO

Tutor:

ING. CARLOS SALDAÑA MGS.

Riobamba - Ecuador

Año 2021

VEREDICTO DE LA INVESTIGACION

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“RELACIÓN COSTO - BENEFICIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS RURALES EN RIOBAMBA, MEDIANTE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO”** presentado por Víctor Hugo Granda Castillo, dirigido por: MSc. Carlos Saldaña. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso de custodia de la biblioteca de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Carlos Saldaña, MSc.

Tutor del Proyecto

**CARLOS
SEBASTIAN
SALDAÑA
GARCIA**

Firmado digitalmente por CARLOS SEBASTIAN SALDAÑA GARCIA
DN: cn=CARLOS SEBASTIAN SALDAÑA GARCIA, gn=CARLOS SEBASTIAN GARCIA, o=EC, ou=RIOBAMBA
ou=Certificado de Clase 2 de Persona Física EC (FIRMA)
e=cssaldana@unach.edu.ec
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-02-18 12:03+19:00

Firma

Ing. Alexis Andrade, MSc.

Miembro del Tribunal

**ALEXIS IVAN
ANDRADE
VALLE**

Firmado digitalmente por ALEXIS IVAN ANDRADE VALLE
Fecha: 2021.02.22 12:15:52 -05'00'

Firma

Ing. Ángel Paredes, MSc.

Miembro del Tribunal

Firmado digitalmente por ANGEL EDMUNDO PAREDES GARCIA

Firma

CERTIFICACION DEL TUTOR

Yo, Ing. Carlos Saldaña, MSc., en calidad de tutor de tesis intitulada, **“RELACIÓN COSTO-BENEFICIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS RURALES EN RIOBAMBA, MEDIANTE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al Sr. Víctor Hugo Granda Castillo para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.

Atentamente,

**CARLOS
SEBASTIAN
SALDAÑA
GARCIA**

Firmado digitalmente por CARLOS
SEBASTIAN SALDAÑA GARCIA
DN: cn=CARLOS SEBASTIAN
SALDAÑA GARCIA, gn=CARLOS
SEBASTIAN, c=EC, #RIOBAMBA
ou=Certificado de Clase 2 de
Persona Física EC (FIRMA),
e=cssaldana@unach.edu.ec
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2021-02-18 12:03:19:00

Ing. Carlos Saldaña, MSc.

TUTOR DE TESIS

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a todas aquellas personas que cada día perseveran por alcanzar sus metas u objetivos cognitivos, adquiriendo continuamente conocimiento complementario o que les sirva de pivote para encaminar su aprendizaje. También, lo dedico a los docentes que, con sus correcciones, guías y puntos de vista inculcan la pasión por la búsqueda de conocimiento propio.

AGRACEDIMIENTO

Agradezco a mis padres, portentos de mi formación ética y moral, su apoyo incondicional en lo académico y su afecto alentador; a los docentes y compañeros de la institución con quienes debatí opiniones y compartí experiencias que me permitieron forjar el conocimiento y comportamiento personal. Agradezco de manera general a todos quienes formaron parte del trayecto social y académico que hoy me permite realizar esta investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS _____	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES _____	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES _____	IX
ÍNDICE DE ANEXOS _____	IX
RESUMEN _____	X
INTRODUCCIÓN _____	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	3
OBJETIVOS _____	4
Objetivo General _____	4
Objetivos Específicos _____	4
METODOLOGÍA _____	5
Descripción del proceso _____	5
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS _____	7
ALCANCE _____	7
ESTADO DEL ARTE _____	8
MARCO TEÓRICO _____	9
Indicador Costo/Beneficio _____	9
Costos _____	9
Estabilización _____	10
Base _____	12
Calzada _____	12
Dosificación _____	13

Durabilidad	15
Mantenimiento	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Estudio de Caso	18
Muestreo Aleatorio Simple	23
Encuestas	25
Aporte Económico	29
Velocidad y Costo Social	31
Costo de Ejecución	32
Suelo	32
Geometría	33
Dosificación	33
Proceso constructivo	34
Mantenimiento de la Vía	35
Indicador C/B	37
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Velocidad por Tipo de Transporte	13
Tabla 2 Dosificación para Mezclas de Suelo - Cemento	14
Tabla 3 Dosificación en Volumen del Cemento	14
Tabla 4 Actividades de Mantenimiento	17
Tabla 5 Condición de Kilómetros de Vías.....	18
Tabla 6 Tipos de Vías por Cantidad y Proporción.....	20
Tabla 7 Aporte al Sector Productivo.....	20
Tabla 8 Nivel de Pobreza por Parroquia Rural	21
Tabla 9 Datos y Resultados del Método Estadístico.....	24
Tabla 10 Tabulación de Encuestas.....	25
Tabla 11 Tabulación de Tiempos para Vehículos Livianos.....	26
Tabla 12 Tabulación de Tiempos para Vehículos Pesados.....	27
Tabla 13 Razones de Movilización.....	28
Tabla 14 PIB Per Cápita de la Zona de Análisis.....	30
Tabla 15 Costo Social Anual por Vehículos Livianos.....	31
Tabla 16 Costo social anual por vehículos pesados.....	32
Tabla 17 Precio por Cemento Necesario	33
Tabla 18 Costo de Ejecución de Obra Civil.....	34
Tabla 19 Programación del Mantenimiento Vial Rural.....	36
Tabla 20 Indicador Costo/Beneficio	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama Ishikawa	3
Ilustración 2 Esquema Metodológico	6
Ilustración 3 Estructura del Pavimento	11
Ilustración 4 Diferencia de Transmisión de Cargas	16
Ilustración 5 Ubicación de las Parroquias Rurales en la Provincia y en el Cantón	19
Ilustración 6 Tramo de Vía para el Análisis	22
Ilustración 7 Representación de Parcelas.....	23
Ilustración 8 Representación de las Respuestas.....	26
Ilustración 9 Porcentajes según Razón de Movilización	28
Ilustración 10 Indicador C/B Durante los Años de Servicio.....	38

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	24
------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Encuesta	45
ANEXO B Aplicación de Encuesta	46
ANEXO C Vía de Análisis	47
ANEXO D Análisis de Confiabilidad.....	47
ANEXO E Rubro de Proyecto Registrado en la SERCOP	48
ANEXO F Mantenimiento de Proyecto Registrado en la SERCOP.....	49

RESUMEN

La presente investigación tiene un enfoque económico y social a la vez, trata de evidenciar si la construcción de una vía de base estabilizada con cemento es un verdadero aporte para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales, utilizando el suelo in situ a través de las recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA) para la dosificación de cemento requerida.

Un estudio de caso afianzado en la información establecida en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial local y la entregada por el Gobierno Provincial de Chimborazo logró determinar la parroquia para la recolección de información a través de una encuesta, propiamente aplicada a los beneficiarios directos por la construcción probable de la obra civil.

Los costos sociales previstos por el ahorro en tiempos de movilización se relacionaron con el PIB per cápita registrado por el Banco Central del Ecuador (BCE), determinándolo en dinero, el cual representa la diferencia por producción del sector, atribuible al beneficio. En contraparte; el costo, abarca la ejecución y el mantenimiento vial. Por lo tanto, la relación C/B indicó un verdadero aporte socioeconómico al sector rural con la implementación de vías de base estabilizada con cemento.

Palabras clave: beneficio, costo, estabilización, per cápita, socioeconómico.

ABSTRACT

This research has an economic and social approach at the same time. It tries to show if the construction of a base road stabilized with cement is a true contribution to the economic and social development of rural communities, using the in situ soil through the Portland Cement Association (PCA) recommendations for the required cement dosage.

A case study based on the information established in the local Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial and provided by the Gobierno Provincial de Chimborazo managed to determine the parish, to the collection of information through a survey, adequately applied to the direct beneficiaries by the probable construction of the civil works.

The social costs expected from saving mobilization times were related to the GDP per capita registered by the Banco Central del Ecuador (BCE), determining it in money, representing the difference by the production of the sector, attributable to benefit. In contrast, the cost includes the execution and road maintenance. Therefore, the C / B ratio indicated a genuine socioeconomic contribution to the rural sector with the implemented roads of cement stabilized base.

Keywords: benefit, cost, per capita, socioeconomic, stabilization.

Reviewed by:
Lic. Yesenia Merino Uquillas
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0603819871

INTRODUCCIÓN

La falta de desarrollo social, productivo, económico y en educación tiene una influencia directa con la ausencia de vías conectoras al desarrollo periférico. Además, estas comunidades alejadas de la urbe no cuentan con los recursos para la construcción de vías benefactoras o las entidades administrativas no cuentan con los recursos necesarios para efectuar este bien social (Baum-Snow et al., 2020).

La siguiente investigación destaca la factibilidad de construir vías en los sectores rurales de la ciudad de Riobamba mediante un indicador de Costo vs Beneficio (C/B). Cuantificando los beneficios sociales vinculados en su totalidad a la productividad de la zona analizada (Calmet & Capurro, 2011); los tiempos de movilización actuales, gastos vehiculares y la aceptabilidad de construir una vía de base estabilizada con cemento fueron receptados por encuestas aplicadas en la zona de estudio.

El impacto económico y social que conlleva la construcción de vías que conecten pueblos alejados de las urbes ocurre nacional e internacionalmente, este impacto es positivo para el desarrollo sectorial o negativo por la ocupación de áreas de trabajo por la probable inmigración, desde la perspectiva en que se lo mire (Aquino, 2019).

Siendo más ventajoso que desfavorable la construcción de vías en los sectores rurales, también se torna importante el periodo de diseño o durabilidad que tendrán este tipo de vías, este periodo como también la disminución del costo social vinculado a las actividades de comercio, comunicación o educación son mejoras para el sector (Fiorella et al., 2020).

Partiendo de las problemáticas socio económicas del sector, siguiendo la metodología cuantitativa y cualitativa planteada, correlacionando información bibliográfica consultada y obtenida de manera física para la identificación de los beneficios sociales y los costos viales, se establece mediante la relación C/B si la construcción de vías de base estabilizada con cemento en la ruralidad son un verdadero aporte hacia el desarrollo económico y social.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

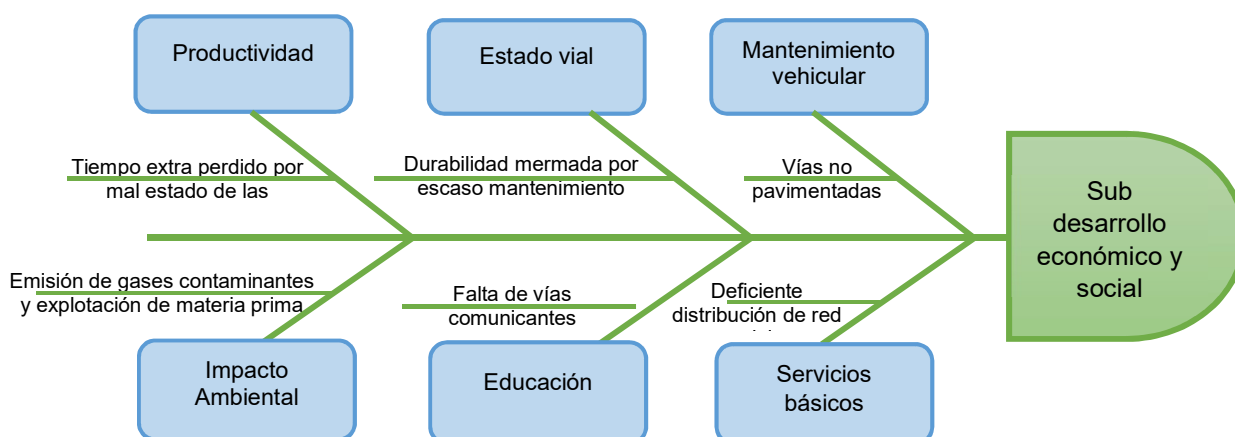
La falta de carreteras o caminos que conecten los sectores rurales a las urbes centralizadas, es una deficiencia en cuanto a número o calidad; pues, la mayoría de los caminos son de tierra u otro material improvisado por la necesidad de comunicación. Desde una perspectiva medioambiental, los vehículos que transitan por estas carreteras en mal estado, emiten mayor cantidad de gases contaminantes a la atmosfera.

Factores que se evidencian, son los tiempos de demora por transitar estos caminos, la productividad mermada de sectores agrícolas e incluso los gastos del usuario semanal, mensual o anual en el mantenimiento de su vehículo.

El 90% en promedio de habitantes de las parroquias rurales de Riobamba están definidos en la pobreza o en una denominación de personas inactivas económicamente, aún sin erradicar la falta de agua, luz, alcantarillado, salud o educación, la misma ruralidad está involucrada en la agricultura con un aporte del 19,79% al sector productivo cantonal y con una distribución de infraestructura vial por mejorar (Luna et al., 2020).

Ilustración 1

Diagrama Ishikawa



OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar si la estabilización con cemento en las vías de la ciudad de Riobamba aporta en el desarrollo económico y social de los sectores rurales.

Objetivos Específicos

- Identificar el impacto negativo y positivo, antes y después de la construcción de cualquier vía conectora.
- Conocer los tiempos de transporte, así como, las razones de movilidad en muestra representativa de las vías rurales en la ciudad de Riobamba.
- Estimar el costo para el ciclo de vida de las vías estabilizadas con cemento.
- Analizar el beneficio social que produciría la construcción de carreteras con base estabilizada.
- Aplicar la relación costo-beneficio de construir vías estabilizadas con cemento en sectores rurales.

METODOLOGÍA

El presente tema de investigación incorpora la parte social, productiva y argumentación de los costos tangibles e intangibles que generaría la implementación de una infraestructura vial con base estabilizada con cemento en un sector rural. Así también, los costos requeridos en construirla; la obtención, tabulación e interpretación de ahorros en tiempos de movilización. La investigación junta variables cualitativas, referente a la consecución de costos sociales u obtención de datos mediante la aplicación de encuestas y variables cuantitativas, referidas a los costos de ejecutar la obra civil, su mantenimiento acorde al periodo de diseño y evaluación de la factibilidad como indicador del aporte por la construcción de vías estabilizadas con cemento hacia la ruralidad efectuado la relación C/B.

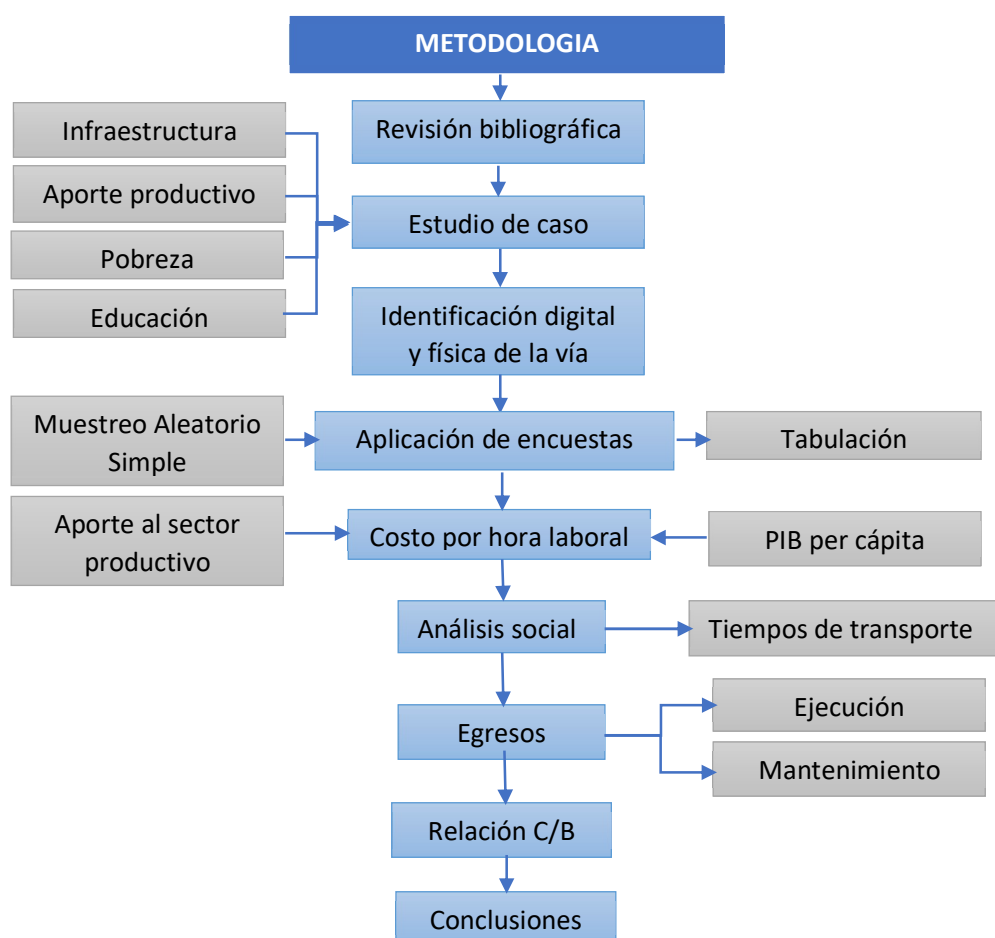
Descripción del proceso

- a) Búsqueda en base de datos científicas, documentación publicada de entidades locales y provinciales sobre el impacto económico social de instaurar infraestructura vial en la ruralidad.
- b) Estudio de caso, determinado por el tipo de infraestructura vial, aporte hacia el sector productivo, niveles de pobreza y educación.
- c) Identificación digital por Google Earth y corroborada presencialmente de la vía producto del estudio de caso.
- d) Aplicación de encuestas, cantidad establecida por un muestreo aleatorio simple.
- e) Tabulación y representación reducida de datos obtenidos en las encuestas.
- f) Definición del costo por hora laboral, atribuible a las actividades realizadas por el sector y relacionadas al PIB per cápita nacional.
- g) Análisis del costo social, con relación directa a la disminución de tiempos de transporte.

- h) Establecimiento de costos de ejecución y de mantenimiento acorde a precios unitarios provenientes de páginas digitales y rubros de proyectos con actividades similares investigados en el Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP).
- i) Elaboración de plan de gastos por ejecución y tipos de mantenimiento en el periodo de diseño.
- j) Aplicación de la relación C/B en implementar una vía de base estabilizada con cemento en el sector rural.
- k) Conclusiones finales

Ilustración 2

Esquema Metodológico



TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La recolección de datos y obtención de información se logró empleando técnicas e instrumentos acordes al desarrollo de la presente investigación.

- Revisión bibliográfica en Bases de Datos Científicas
- Entrevistas abiertas
- Encuestas

ALCANCE

La investigación está orientada a lo correlacional y explicativo, combinados de modo que la información receptada será vinculada, interpretada y contrastada con la realidad de la ruralidad riobambeña, información proveniente de los reportes publicados en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial local y demás bibliografía conforme al objetivo planteado, derivando en análisis socioeconómicos.

Esta investigación pretende impulsar la estabilización con cemento para implementarla en vías rurales, mediante un estudio de caso que será definido acorde al aporte hacia los sectores productivos como también la desigualdad educativa y de pobreza bajo un indicador de C/B para evaluar su implementación como aporte económico y social, enfocándose en un balance económico sectorial.

ESTADO DEL ARTE

El suelo-cemento comúnmente dicho, debe tener consideraciones a futuro como por ejemplo el mantenimiento que todo pavimento debe tener, pero con diferencia que este tendrá mayor durabilidad; también el costo en realizarse la obra o los gastos en adquirir el cemento, guardando siempre relación con la parte medioambiental (Abbasianjahromi et al., 2020).

Un pavimento se verá afectado en el tiempo por factores como el clima, volumen de tráfico, tipos de mantenimientos, entre otros. Además, tener claro la estrecha relación que existe entre el costo del mantenimiento que se le dará con la durabilidad que tendrá la obra vial, necesitando el de suelo-cemento menos intervenciones para los distintos tipos de mantenimientos (Al-Suleiman et al., 2020).

Una solución económica es la inclusión de vías estabilizadas con cemento, pues su coste recargable a las entidades administrativas locales o gubernamentales será determinante para su aprobación, además del proceso constructivo in situ; pues, los potenciales beneficiarios podrían formar parte de la mano de obra en su ejecución (Cruzado & Diaz, 2020).

La implementación de productos sintéticos como el cemento, derivan en un ahorro en actividades comúnmente realizadas en las obras viales. La extracción de material de reemplazo para mejoramiento de la estructura del pavimento, como también el depósito del material removido in situ son actividades que además llevan un coste implícito de acarreo de los materiales, actividades suprimidas con la estabilización de bases. Esto supone un ahorro directamente en costo e indirectamente al tiempo de ejecución y representa una alternativa de mitigación medioambiental al reducir la explotación de canteras, así también menguar los depósitos en escombreras (Betancur, 2020).

MARCO TEÓRICO

Indicador Costo/Beneficio

El indicador de Costo/Beneficio es un análisis en el que se compara de manera directa los egresos e ingresos, es decir, los costos que se desprenden por la concepción del proyecto y, por otro lado, los ingresos sociales atribuibles al cambio o mejora del sector productivo de la zona. Los egresos e ingresos resultan en una división, siendo el cociente el valor a analizar; si Costo/Beneficio es mayor que 1, el proyecto debería analizarse a profundidad o de manera directa desecharlo y no invertir en cierta obra; sin embargo, si la relación es menor que 1, entonces, el proyecto es recomendable que se lo realice (Aguirre & Gonzales, 2019).

Costos

Analizar la viabilidad de construir una obra repercute en una evaluación económica del mismo, en los costos requeridos para su ejecución y mantenimiento, así también a los beneficios atribuibles a la obra civil, dichos beneficios deberán ser valorados y actualizados en términos económicos, debido a que se trata de una inversión del sector público. Toda ejecución de infraestructura vial tendrá un impacto en el desarrollo económico y social en la población aledaña a su construcción, sin embargo, el destinar los recursos de inversiones en sectores estratégicos en donde se prevé un mayor retorno, se tendrá que analizar y garantizar su factibilidad (Subsecretaria Quevedo, 2014).

Estabilización

La inclusión de cemento como mezcla con el suelo in situ comúnmente se denomina suelo-cemento, la mezcla en proporciones adecuadas y posteriormente su compactación sirve como soporte de la carpeta de rodadura (Ministerio de Obras Publicas, 2002).

Algunas ventajas:

- Ahorro por material de reemplazo.
- Disminución de transporte del material de desalojo.
- Durabilidad de la vía.
- Valor residual.

La estabilización, modifica las características del suelo, su resistencia y otras deficiencias mecánicas, la estabilización con cemento se categoriza dentro de la estabilización química.

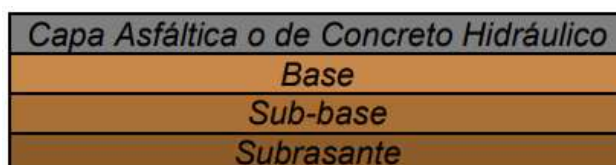
Cuando se refiere a la implementación de cemento como estabilizante, se considera prioritariamente la resistencia y durabilidad, ambos criterios directamente vinculados con el ahorro económico. Entre los tipos de cemento a utilizar, los de fraguado y resistencia normal sirven para el propósito, sin embargo en presencia de material orgánico se recomienda la inclusión de cemento de alta resistencia (Flores, 2015).

La estabilización con cemento puede ser de tipo flexible, esto se refiere a la inclusión entre el 1 al 4% de cemento, de manera que se mejore la plasticidad del terreno y aumente un poco su resistencia mecánica; pero también se puede realizar la estabilización de tipo rígido, en la que la adición de cemento varía entre 6 y 14%, de modo que se aumente mucho más la resistencia del suelo (Oliva, 2010).

De manera general se observa los componentes de la estructura de un pavimento (ver Ilustración 3), ya sea rígido o flexible, teniendo presente que ante el mejoramiento del sitio mediante la estabilización, el grosor de las capas tienden a minorar (Golfín, 2019).

Ilustración 3

Estructura del Pavimento



Fuente: (Golfín, 2019)

Procedimiento para la construcción de una vía rural con base estabilizada (Castaño, 2018). Una vía de tierra aperturada por necesidades sociales y económicas

- 1) Desbroce y limpieza
- 2) Escarificación del suelo
- 3) Tendido del cemento
- 4) Mezclado en seco
- 5) Riego de agua
- 6) Homogenización de la mezcla
- 7) Perfilado de superficie
- 8) Compactación
- 9) Conformación de cunetas

Base

Es una capa de la estructura de un pavimento que posee alta resistencia a la deformación, compuesta de agregados grueso, arena y material fino, subyacente a la capa de rodadura, que recibe y distribuye las cargas del tráfico (César Ortiz & Diaz, 2019).

La mezcla del suelo con el cemento para estabilizar una base será como máximo de 15cm, si fuere de mayor espesor se deberá realizar divisiones en capas pequeñas de similar espesor y será compactada después de haber sido hidratada en un tiempo de dos horas a lo sumo (Matute, 2016).

Además, toda capa compactada tendrá como mínimo 10 cm de espesor y una variabilidad máxima de 1 cm de espesor en cualquier punto conforme a las especificaciones indicadas en los planos (Ministerio de Obras Publicas, 2002).

Calzada

El ancho de una calzada o plataforma dependerá de la importancia que tendrá la carretera, misma que contará con un ancho mínimo de 3 m por carril. El ancho de calzada de una carretera además de estar definido por su importancia, también contempla el tipo de terreno y la velocidad de diseño, el ancho de una calzada mínimo es de 6 m (NEVI, 2013).

Entre las velocidades máximas y mínimas correspondiente al tipo de transporte en una carretera, se encuentran detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1*Velocidad por Tipo de Transporte*

Tipo de Transporte	Velocidad	
	Máxima (Km/h)	Mínima (Km/h)
Automóviles, motocicletas	90	45
Buses, camionetas, mixtos	90	50
Camiones, vehículos articulados, furgones	80	35
Automóviles con remolque mayor de 750Kg	80	35
Bicicletas y ciclomotores	45	-
Vehículos agrícolas	25	-

Fuente: (MAPFRE, 2020)

Sin embargo, en el capítulo 2 de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI) de acuerdo a la clasificación de vías según su desempeño para caminos agrícolas o forestales recomienda una velocidad de proyecto de 40 Km/h.

Dosificación

El rango típico de adición de cemento establecido y recomendado para un mejoramiento del suelo según su composición geológica, se encuentra entre un 5 a un 12% del peso seco del suelo (Ministerio de Obras Publicas, 2002).

La Tabla 2 muestra una clasificación por tipo de suelo, a los cuales les corresponde un intervalo en porcentaje en peso que se le podrá agregar al suelo para su mejoramiento.

Tabla 2*Dosificación para Mezclas de Suelo - Cemento*

Clasificación de Suelo AASHTO	Clasificación de Suelo ASTM	Cemento Requerido por Peso (%)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3-5
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5-8
A2	GM, GC, SM, SC	5-9
A3	SP	7-11
A4	CL, ML	7-12
A5	ML, MH, CH	8-13
A6	CL, CH	9-15
A7	MH, CH	10-16

Fuente:(Cesar Ortiz & Diaz, 2019)

La inclusión de cemento en un tipo de suelo se lo puede expresar como un porcentaje del peso del suelo seco o también se lo puede expresar en una proporción de su volumen como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Dosificación en Volumen del Cemento*

SUELO	CEMENTO	
	Peso (%)	Volumen (%)
A-1-a	3-5	5-7
A-1-b	5-8	7-9
A2	5-9	7-10
A3	7-11	8-12
A4	7-12	8-12
A5	8-13	8-12

SUELO	CEMENTO	
	Peso (%)	Volumen (%)
A6	9-15	10-14
A7	10-16	10-14

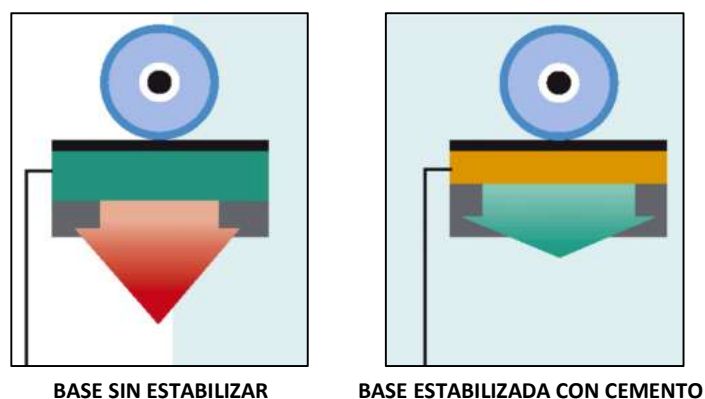
Fuente: (Toirac, 2008)

Durabilidad

La durabilidad de las vías está vinculada a los materiales empleados, los procedimientos usados en su ejecución y el mantenimiento posterior, teniendo esto en cuenta, la inserción de cemento como estabilizante en la base, mejora la capacidad portante y deriva en una mayor durabilidad en el tiempo, la misma vinculada al incremento de su resistencia. Las cargas provenientes de la capa de rodadura se transfieren y distribuyen de manera distinta al estabilizar o no la base (ver Ilustración 4), la base estabilizada absorbe de mejor manera estas cargas al tener mayor resistencia y distribuir las en una mayor área a la capa inferior disminuyendo las grietas producidas por las mismas, estas bases se las denomina como impermeables, soporta la variabilidad climatológica y continua incrementando su resistencia al tener presencia de agua con el pasar del tiempo, elevando los años de vida útil en comparación con una estructura de pavimento sin estabilizar (Matute, 2016).

Ilustración 4

Diferencia de Transmisión de Cargas



Fuente: (Matute, 2016)

Una vía lastrada estabilizada con cemento tiene una durabilidad máxima de cuatro años, aun prescindiendo de su mantenimiento (Holcim, 2016).

Mantenimiento

El mantenimiento hacia las carreteras corresponde a un conjunto de actividades que, realizadas de manera eficiente y oportuna, logra preservar las características geométricas y mecánicas en el tiempo; además, previene el deterioro a corto plazo, generando un tránsito cómodo y seguro del usuario (Perafán, 2013).

Para las vías rurales o también denominados caminos vecinales, la Norma Ecuatoriana Vial en su capítulo de Conservación Vial establece como mantenimientos habituales el rutinario y el periódico.

El mantenimiento rutinario engloba actividades desarrolladas de manera frecuente en la calzada y sus elementos complementarios que conforman la vía una o dos veces al año como mínimo, por otra parte, el mantenimiento periódico acoge actividades que se ejecutan en rangos

o periodos de tiempo preestablecidos, periodos correspondientes a más de un año. Ambos mantenimientos previenen, evitan y/o corrigen la aparición de grietas, baches, asentamientos u otro tipo de afectación hacia la serviciabilidad que brinda la vía (Perafán, 2013).

Los mantenimientos más relevantes implementados en vías rurales se los muestran a través de la Tabla 4.

Tabla 4

Actividades de Mantenimiento

Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Periódico
Limpieza de calzada	Sello de grietas
Limpieza y reconfiguración de cunetas	Bacheo
Remoción de derrumbes pequeños	Intervención de ahuellamientos

Fuente: (Perafán, 2013)

Las vías sufren un deterioro fatal o deseado, condición dependiente de proporcionar o no un programa de mantenimiento. Una vía al no tener contemplado un mantenimiento para su vida útil, obligadamente sufre un deterioro post construcción, pasando por un deterioro lento y poco visible, para luego acoger un deterioro acelerado y finalmente su obsolescencia; en contraste, el deterioro deseado de una vía obedece a las intervenciones por mantenimiento rutinario o periódico post construcción, prolongando su vida útil o periodo de diseño (Calles, 2016).

En los caminos rurales el deterioro se empieza a vislumbrar a partir del segundo o tercer año, con la inclusión de un programa de mantenimiento se logra incrementar la vida útil de la vía entre 4 a 5 años (Calles, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de Caso

En la ruralidad de la ciudad de Riobamba, destacan factores negativos para delimitar un tramo de vía no pavimentada, estos factores son:

- La infraestructura vial.
- Aporte al sector productivo.
- Nivel de pobreza.
- Educación.

La infraestructura vial en general es deficiente en toda la ruralidad, en algunas parroquias existe mayor cantidad de vías, vías en las que no se destaca la calidad, aquellas no son pavimentadas, son simples improvisaciones para solventar necesidades económicas o de comunicación, clasificadas en cinco tipos (ver Tabla 5).

Tabla 5

Condición de Kilómetros de Vías

Parroquia	Adoquinado	Asfaltado	Empedrado	Lastrado	Tierra
Cacha	0,77	9,39	4,90	18,66	18,81
Calpi	1,49	25,18	7,91	15,16	23,28
Cubijies	-	3,29	-	12,30	18,00
Flores	-	14,19	5,15	7,60	4,48
Licán	-	0,69	-	9,80	19,00
Licto	-	15,49	-	19,86	22,95
Pungalá	-	0,23	-	28,23	77,17
Punín	-	1,42	15,19	20,24	32,41
Quimiag	3,47	26,21	0,83	76,06	13,08
San Juan	-	6,52	0,05	62,66	25,89

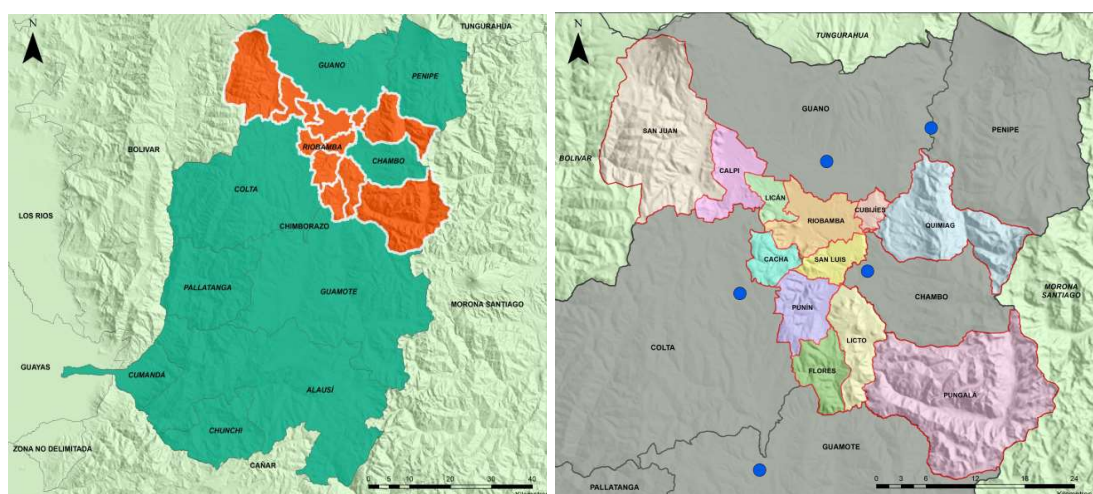
Parroquia	Adoquinado	Asfaltado	Empedrado	Lastrado	Tierra
San Luis	1,10	7,53	2,66	7,16	35,53

Fuente: (Gobierno Provincial de Chimborazo, 2020)

Sin embargo, para el presente análisis se fijó la zona tomando en cuenta las parroquias limítrofes de la urbanidad, es decir, las parroquias de Cacha, Cubijíes, Licán y San Luis (ver Ilustración 5), estas parroquias son las que tienen conectividad directa con la urbanidad y permiten aplicar el indicador C/B en un sitio en específico por 1 Km de vía, de manera contraria se deberá analizar una vía que englobe distintas parroquias con distintas características geomorfológicas y realidades socioeconómicas.

Ilustración 5

Ubicación de las Parroquias Rurales en la Provincia y en el Cantón



Fuente: (Luna et al., 2020)

La Tabla 6 representa exclusivamente los kilómetros de vías de las parroquias rurales limítrofes, en la cual se nota una alta proporción de vías de tierra que requieren intervención para su mejoramiento. En la parroquia San Luis este tipo de vías representa el 65,81% del total de su

infraestructura interna, la más alta respecto a las demás parroquias; además, desde el punto de vista en cantidad, San Luis es la que mayor número de kilómetros de vías de tierra posee con 35,53 Km.

Tabla 6

Tipos de Vías por Cantidad y Proporción

Tipo de Superficie	Cacha		Cubijés		Licán		San Luis	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
Adoquinado	0,77	1,47	-	-	-	-	1,10	2,04
Asfaltado	9,39	17,87	3,29	9,79	0,69	2,34	7,53	13,96
Empedrado	4,90	9,32	-	-	-	-	2,66	4,92
Lastrado	18,66	35,53	12,30	36,62	9,80	33,23	7,16	13,26
Tierra	18,81	35,81	18,00	53,59	19,00	64,43	35,53	65,81
TOTAL	52,53	100%	33,59	100%	29,49	100%	53,98	100%

El aporte cantonal, de acuerdo a los sectores productivos vistos mediante las actividades que desempeñan los habitantes, reflejan un aporte mayoritario de la agricultura, actividad deducible producto de la inmensa área destinada para el cultivo de tubérculos, hortalizas, frutas y cereales.

En la Tabla 7 se muestra aquellas actividades de mayor impacto en la generación económica cantonal.

Tabla 7

Aporte al Sector Productivo

Actividad	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	19,79%
Comercio al por mayor y menor	17,65%

Actividad	%
Enseñanza	9,05%
Industrias manufactureras	8,59%
Administración pública y defensa	6,82%
Transporte y almacenamiento	5,75%
Construcción	5,58%
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	3,44%
Actividades de los hogares como empleadores	3,34%
Actividades de la atención de la salud humana	3,03%

Fuente: (Luna et al., 2020)

El nivel de pobreza es significativo en toda la ruralidad como se puede ver en la Tabla 8. Además de un analfabetismo del 8,6% general de la población cantonal (Luna et al., 2020).

Tabla 8

Nivel de Pobreza por Parroquia Rural

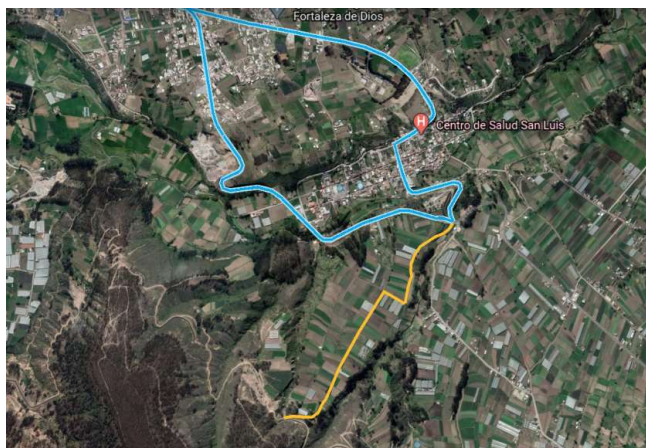
Ruralidad	% Pobreza
Cacha	99,7%
Calpi	83,9%
Cubijíes	90,6%
Flores	99,5%
Licán	77,1%
Licto	95,4%
Pungalá	95,1%
Punín	97,8%
Quimiag	95,6%
San Juan	84,6%
San Luis	71,4%

Fuente: (Luna et al., 2020)

Con las variables mencionadas anteriormente se eligió una vía con una extensión en su longitud de 1,5 Km y ancho promedio de 5 m, debido a su variabilidad en el tramo de análisis; ubicada específicamente en el sector denominado “Mendeliz”, en la comunidad de “La candelaria”, parroquia rural de San Luis (ver Ilustración 6). La conectividad con la infraestructura urbana y su potencial productividad en cuanto a su agricultura además de la cantidad de Km de vías de tierra, fueron detalles determinantes para concluir el estudio de caso.

Ilustración 6

Tramo de Vía para el Análisis



Fuente: (Google Earth, 2020)

La franja amarilla de la Ilustración 6 e Ilustración 7 representa la vía resultante del estudio de caso, la celeste una vía interprovincial que conecta la ruralidad de San Luis con la urbanidad, los polígonos de color verde representan las 41 parcelas en 1Km de vía involucradas directamente en la probabilidad de construir una vía de base estabilizada con cemento y los de color tomate las parcelas complementarias al 1,5 Km de la vía, mismas que no forman parte de los análisis socioeconómicos de la presente investigación enfocada en un análisis por Km de vía, resultados que se podrán extrapolar para un mayor número de Kilómetros en infraestructura vial.

Ilustración 7

Representación de Parcelas



Muestreo Aleatorio Simple

En busca de determinar las características socioeconómicas y la percepción de los habitantes acerca de la implementación de una obra civil en su sector, se realizó un muestreo aleatorio simple a priori de la aplicación de encuestas.

El muestreo está orientado a definir un número de encuestas, mismas que se aplicaron por familia, la razón por la que no se tomó como población o universo a todos los habitantes es debido a su trabajo, siendo prácticamente imposible la aplicabilidad por tiempo y distancias de trabajo en cada extensión de terreno. Además, sabiendo que de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de San Luis el número de personas económicamente activas por familia en promedio es de 2.9 en el sector.

La ecuación (1) corresponde al cálculo para la obtención del número de encuestas familiares en el sector de “Mendeliz”, se ha tomado las subdivisiones de terreno como familias, es decir una parcela equivale a una familia.

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q} \quad (1)$$

donde;

- d: error máximo
- N: tamaño de la población
- n: tamaño de la muestra
- p: probabilidad de éxito
- q: probabilidad de fracaso
- Za: nivel de confianza

La Tabla 9 contiene datos y el resultado del muestreo, la población finita es de 41 ligado al número de parcelas identificadas anteriormente (ver Ilustración 6) por Km de vía y la cantidad de encuestas aplicadas fueron 37.

Tabla 9

Datos y Resultados del Método Estadístico

Descripción	Símbolo	Valores
Tamaño de la población (parcelas)	N	41
Nivel de confianza (95%)	Za	1,96
Probabilidad de éxito	p	50%
Probabilidad de fracaso	q	50%
Error máximo (5%)	d	0,5
Tamaño de la muestra (encuestas)	n	37

Encuestas

Para saber la aceptabilidad de implementar una vía en el sector de “Mendeliz” se aplicó encuestas; las primeras cinco preguntas son de tipo cualitativo, evaluadas con la escala de Likert y las restantes cuatro informativas (ver ANEXO A).

El número de familias en las cuales se llevó a cabo la aplicación de la encuesta (ver ANEXO B) fueron 37, estando totalmente de acuerdo en un 100% únicamente en la primera pregunta (ver Tabla 10) asociada a la incorporación de una vía de las características planteadas. Las cuatro preguntas posteriores que tuvieron variabilidad en sus respuestas (ver Tabla 10) fueron aquellas en las que se planteaba los beneficios en reducirse los tiempos de recorrido, en contribuir con la mano de obra de ser necesaria en los procesos de ejecución, en la probable mejora educativa de sus hijos con la inclusión de esta obra civil y las respuestas de su probable cambio de empleo al estar conectada esta vía con la red de infraestructura urbana.

Tabla 10

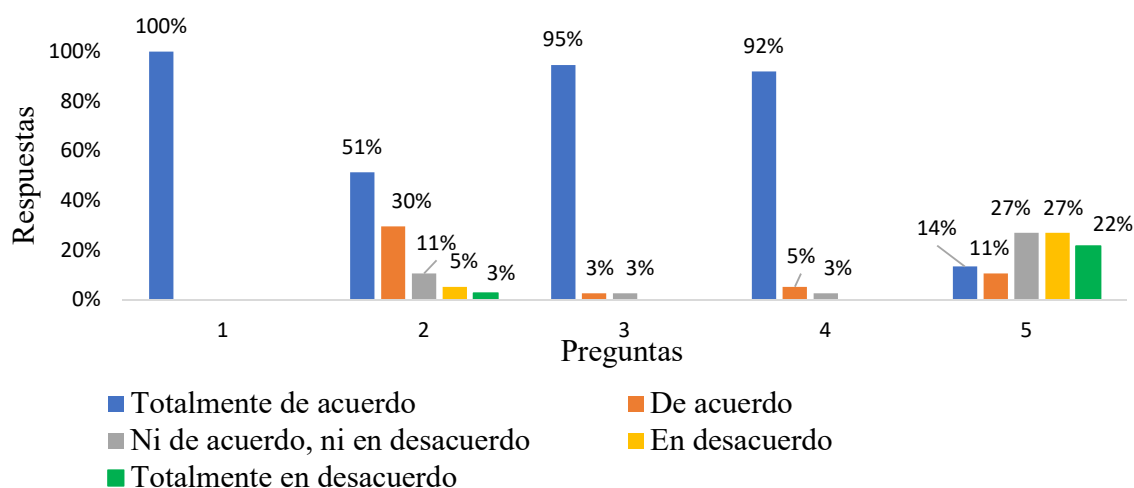
Tabulación de Encuestas

Ponderación	Preguntas				
	1	2	3	4	5
Totalmente de acuerdo	37	19	35	34	5
De acuerdo	0	11	1	2	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	0	4	1	1	10
En desacuerdo	0	2	0	0	10
Totalmente en desacuerdo	0	1	0	0	8

En la Ilustración 8 se observa de mejor manera los valores tabulados receptados de las percepciones actuales de los habitantes del sector “Mendeliz” ligados a puntos porcentuales.

Ilustración 8

Representación de las Respuestas



En la segunda parte informativa de la encuesta se obtuvieron los promedios de aquellas respuestas; del número de veces en trasladarse por la actual vía, del tiempo necesario por vez de traslado, de los gastos por mantenimiento vehicular y por último las razones de la movilización (ver Tabla 13). Para lo cual, se realizó un doble análisis, uno para vehículos livianos (ver Tabla 11) y otro para pesados (ver Tabla 12), con objeto de diferenciar los ahorros en tiempo de movilización de cada automotor debido a sus diferentes velocidades de transporte.

Tabla 11

Tabulación de Tiempos para Vehículos Livianos

Descripción	Información
Cantidad promedio de recorrido diario (#veces/día)	5,58
Tiempo promedio por recorrido (min/tramo)	7,70
Tiempo promedio por recorrido (min/Km)	5,13

El tiempo promedio en recorrer un kilómetro de la actual vía para vehículos livianos es de 5,13 minutos; entonces, siendo 5,58 el número de veces en recorrer una persona la vía en un día, el tiempo solo por traslado para llegar a su destino es de 28,63 minutos al día, equivalente a una velocidad de 11,69 Km/h.

Tabla 12

Tabulación de Tiempos para Vehículos Pesados

Descripción	Información
Cantidad promedio de recorrido diario (#veces/día)	3,50
Tiempo promedio por recorrido (min/tramo)	8,50
Tiempo promedio por recorrido (min/Km)	5,67

El tiempo promedio en recorrer un kilómetro de la actual vía para vehículos pesados es de 5,67 minutos; entonces, siendo 3,50 el número de veces en recorrer una persona la vía en un día, el tiempo solo por traslado para llegar a su destino es de 19,85 minutos al día, equivalente a una velocidad de 10,59 Km/h.

El gasto por mantener a sus medios de transporte en óptimas condiciones de servicio asciende a \$630 semanalmente en el sector, de enfoque en un Km de vía. Los gastos o inversiones forzadas se deben a carga de combustible, cambio de aceites, entre otras mejoras mecánicas periódicas o circunstanciales que se le debe realizar a un automotor. Entonces, una familia en promedio gasta \$17,03 por semana, anualmente \$817,30 y en conjunto el sector invierte en sus vehículos \$33 509,19 por año.

La Tabla 13 e Ilustración 9 contemplan las respuestas de los encuestados referente a la causa obligatoria de traslado por la vía actual de tierra (ver ANEXO C), siendo el trabajo de modo arrollador el motivo principal con un 86%, esto abarca el trabajo en la agricultura, ganadería, silvicultura, en la construcción o en actividades de guardianía de infantiles. Muy por

debajo se encuentran las actividades de educación y comerciante, la educación se refiere al aprendizaje o enseñanza de los habitantes y la de comerciante a aquellas personas en comprar y vender al por mayor los productos generados en las zonas rurales en los mercados urbanos.

Tabla 13

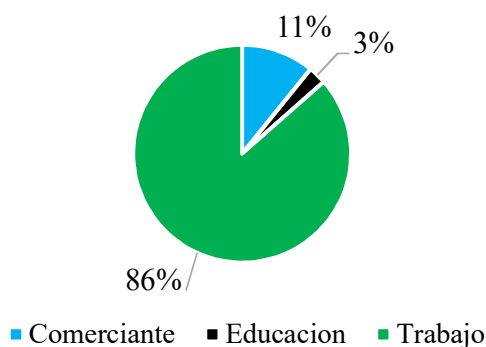
Razones de Movilización

Razón	Respuestas
Comerciante	4
Educación	1
Trabajo	32

Mendeliz ubicado en la comunidad “La Candelaria” aporta mayoritariamente con su trabajo, al sector primario productivo local y nacional.

Ilustración 9

Porcentajes según Razón de Movilización



Recalcar una vez más que, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonal y parroquial, la generación productiva principal de San Luis es la agricultura enfatizando en la producción de papa, tomate de árbol, brócoli, lechuga entre otros muchos

productos, concordando las respuestas actuales de sus habitantes con los registros productivos del sector.

El instrumento para la recolección de datos fue validado por ingenieros del departamento de Obras Publicas y de Planificación del Gobierno Provincial de la provincia de Chimborazo y también por el ingeniero tutor de la presente investigación. El instrumento cuenta con una confiabilidad del 76%, valor determinado por el software estadístico SPSS a partir de las respuestas receptadas (ver ANEXO D).

El 76% o 0,76 en el análisis estadístico Alfa de Cronbach, refleja una aceptable correlación entre las preguntas planteadas, una consistencia y confiabilidad del instrumento idónea (Frías, 2019).

Aporte Económico

Utilizando el PIB per cápita del Ecuador y los porcentajes de incidencia de las actividades hacia el sector productivo, se determinó el aporte económico en hora por habitante como se muestra en la Tabla 14. El PIB se lo definió en \$6 183,80 el valor más reciente y completo del cual se tiene registros (Grupo Banco Mundial, 2020).

Se determinó el monto por actividad de aporte al sector productivo generado por la zona de análisis. Cada porcentaje en la columna de “PIB Cantón” fueron representados en dinero respecto al PIB per cápita nacional.

Tabla 14*PIB Per Cápita de la Zona de Análisis*

Actividad	PIB Cantón	Per cápita (sector)
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	19,79%	\$1 223,77
Comercio al por mayor y menor	17,65%	\$1 091,44
Enseñanza	9,05%	\$559,63
Industrias manufactureras	8,59%	\$531,19
Administración pública y defensa	6,82%	\$421,74
Transporte y almacenamiento	5,75%	\$355,57
Construcción	5,58%	\$345,06
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	3,44%	\$212,72
Actividades de los hogares como empleadores	3,34%	\$206,54
TOTAL		\$4 947,66

El monto per cápita es de \$4 947,66; valor afectado por la condición de pobreza de la parroquia, derivando en una distribución económica variable en la población, de modo que, al multiplicarlo por el factor porcentual (ver Tabla 8) nos brinda un panorama más real de \$3 532,63 por habitante producido en un año. Entonces, la producción económica del sector por Km de análisis resulta de multiplicar las 41 parcelas por el número de habitantes en promedio de 2,9 dictado por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural de San Luis; entonces, el aporte anual del sector es de \$420 049,48.

La producción económica sectorial anual se lo representó en un aporte horario, teniendo en cuenta los días laborables y una jornada laboral de 8 horas diarias, resultando en \$224,37 generados por hora en el sector.

Velocidad y Costo Social

La velocidad de proyecto para vehículos livianos se tomó de 40 Km/h y para pesados de 35 Km/h. Producto del incremento en la velocidad automotriz se torna claro la reducción en los tiempos de movilización, transformando al tiempo de ahorro en tiempo productivo para los habitantes del sector.

El aporte sectorial por hora se lo dividió, uno correspondiente a vehículos livianos y otro para pesados, haciendo de esta manera los cálculos oportunos al compararlos con la velocidad actual de cada tipo de vehículo que transitan por el camino de tierra. Es decir, para livianos se multiplicó por 89% y para pesados por 11%, dando como resultado \$200,12 y \$24,26 respectivamente.

La Tabla 15 y Tabla 16, resumen y muestran el procedimiento que se realizó para determinar el costo social, es decir, el aporte inherente de la población debido a la disminución de tiempos de movilización.

Tabla 15

Costo Social Anual por Vehículos Livianos

Descripción	Valor
Tiempo de recorrido actual (minutos)	5,13
Tiempo de recorrido posterior (minutos)	1,50
Ahorro (minutos)	3,63
Ahorro día (h)	0,34
Ahorro anual (h)	78,96
Generado (\$/h)	\$200,12
Costo social/año	\$15 802,23

El sector puede producir \$15 802,23 al año si se redujeran los tiempos por transitar la vía, considerando al 89% de habitantes que utilizan vehículos livianos.

Tabla 16

Costo social anual por vehículos pesados

Descripción	Valor
Tiempo de recorrido actual (minutos)	5,67
Tiempo de recorrido posterior (minutos)	1,71
Ahorro (minutos)	3,95
Ahorro día (h)	0,23
Ahorro anual (h)	53,95
Generado (\$/h)	\$24,26
Costo social/año	\$1 308,65

El 11% de habitantes del sector que transita en vehículos pesados, producirían un costo social por ahorros de tiempo de \$1 308,65.

La suma del costo social para vehículos livianos y para pesados equivale a \$17 110,88 al año en un Km de vía en el sector Mendeliz.

Costo de Ejecución

El costo por construir una carretera rural de base estabilizada con cemento, tiene por parámetros esenciales para su ejecución: tipo de suelo, características geométricas, dosificación y el proceso.

Suelo

El tipo de suelo en la parroquia rural de San Luis es denominado limo arenoso (Pilco et al., 2015).

Geometría

La vía, corresponde a 1 Km de longitud, 6 m en su sección transversal, 0,15 m de base y cunetas sin revestimiento en los extremos de 0,50 m de ancho y 0,20 m de profundidad.

Dosificación

Siendo el tipo de suelo limo arenoso (SM) en la zona de análisis, suelo que de acuerdo a las recomendaciones de la metodología PCA para mezclas de suelo-cemento indicadas en la Tabla 2, le corresponde una dosificación como mínimo de 3% y máximo de 9% del peso seco del suelo, de manera conservadora se tomó el 9% o visto de otro modo el 10% del volumen como lo indica la Tabla 3.

Tabla 17

Precio por Cemento Necesario

Descripción	Valor	Unidad
Sección transversal	6	m
Espesor de base	0,15	m
Volumen de Base por Km	900	m ³
Dosificación por volumen	10	%
Cantidad de cemento	90	m ³
Densidad del cemento	1 800	Kg/m ³
Cantidad de cemento	16 2000	Kg
Numero de sacos (c/u 50Kg)	3 240	sacos
Precio por saco	7,58	\$
Precio total	24 559,20	\$

La Tabla 17 mostró el proceso por el cual se obtuvo las cantidades de cemento para la estabilización, derivando en un costo de \$24 559,20 por compra de 3 240 sacos.

Proceso constructivo

Los caminos de tierra ya existentes serán tratados utilizando el mismo material del lugar, desde la limpieza y desbroce, pasando por el acabado de la calzada y finalmente la conformación de cunetas como obras de drenaje, actividades o rubros enlistados cronológicamente a su realización con los precios individuales por cantidad de trabajo y finalmente el costo de ejecución total (ver Tabla 18).

Tabla 18

Costo de Ejecución de Obra Civil

No	Rubros	Unidad	Precio (\$)	Cantidad	Costo
1	Desbroce y limpieza	m2	0,71	6000	4260,00
2	Escarificación del suelo	m2	0,15	6000	900,00
3	Inclusión de cemento				
3.1	Compra de cemento	sacos de 50Kg	7,58	3240	24559,20
3.2	Transporte del cemento	m3/Km	0,22	630	138,60
3.3	Distribución in situ	sacos	0,45	3240	1447,34
4	escarificación, conformación y compactación	m2	0,94	6000	5636,54
5	Conformación de cunetas				
5.1	Excavación a maquina	m3	2,72	100	272,00
5.2	Perfilado	m2	0,20	540	216,00
TOTAL					\$37429,68

Fuente: (CYPE Ingenieros, S.A., 2020)

Los precios por unidad de cada rubro fueron tomados de un generador digital de precios unitarios; excepto el rubro de excavación a máquina para la conformación de cunetas, valor tomado de un proyecto vial antecesor en la provincia de Cotopaxi (ver ANEXO E) cargado al sistema de procesos de la SERCOP.

Mantenimiento de la Vía

Una vía terciaria de base estabilizada con cemento tiene una durabilidad de 4 años sin algún tipo de mantenimiento como máximo, sin embargo, en la presente investigación se plantea incorporar mantenimiento rutinario y periódico o, dicho de otra forma: mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo, estableciendo un periodo de servicio mayor, extendiéndolo de 4 a 8 años, dando a la vía una condición de deterioro deseable post construcción.

Los mantenimientos previstos y establecidos son:

- Reconformación de cunetas.
- Sello de grietas.
- Bacheo.
- Intervención ante el ahuellamiento.

La actividad de reconformación de cunetas puede ser cuantificada con anticipación presumiendo una situación extrema en la que el rubro deba realizarse desde cero; por el contrario, las actividades de sello de grietas, bacheo e intervención ante el ahuellamiento podrán ser cuantificadas acordes a la cantidad o áreas desmejoradas yendo y evaluando los daños de modo presencial por intervalo de tiempo; debido a aquello, se estableció un costo por mantenimiento ligado a antecedentes bibliográficos y a información constatable en la SERCOP.

El costo por mantenimiento periódico se lo definió en \$3 000,00. El presupuesto para el mantenimiento de una parte de la infraestructura vial de Cañar (ver ANEXO F), específicamente de 10 vías con una longitud total de 14,7 Km se lo presentó en \$41 134,75; es decir, el costo de mantenimiento por Km es \$2 798,28.

El costo por mantenimiento rutinario únicamente, se lo definió en \$600 por año. El proyecto "Reconstrucción y Mantenimiento de la Vía Méndez - San José de Morona, provincia

de Morona Santiago” involucra el presupuesto para mantenimiento rutinario, indica un 3% del presupuesto de ejecución para 2 años (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012). El 3% designado para mantenimiento rutinario de la presente investigación equivale a \$1 122,89 en un par de años; \$561,41 en un año.

La Tabla 19 muestra la programación por mantenimiento rutinario y periódico, la actividad de reconformación de cunetas se refiere al rutinario; las actividades de sello de grietas, bacheo, intervención ante el ahuellamiento referidas al periódico. El mantenimiento periódico se lo definió cada 3 años, contextualizando la vida útil de 3 años de una vía de grava sin algún tipo de mantenimiento, la duración máxima de 4 años que brinda una vía de base estabilizada con cemento igualmente sin ningún tipo de mantenimiento y el deterioro deseado al que se la debe lograr orientar.

Tabla 19

Programación del Mantenimiento Vial Rural

Mantenimiento	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rutinario	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600
Periódico			\$3 000			\$3 000		

El presupuesto para el mantenimiento vial en sus 8 años de servicio preestablecidos es de \$10 800.

Indicador C/B

La implementación de una carretera de las características expuestas, genera anualmente un costo social de \$17 110,88 atribuibles únicamente al aprovechamiento del tiempo ahorrado por incremento en las velocidades de movilización de los automotores, cantidad que se manifiesta como el “Beneficio” por construir una vía de base estabilizada con cemento en el sector. El “Costo” abarca los costes de ejecución inicial de la vía y del mantenimiento durante el periodo de servicio establecido en 8 años.

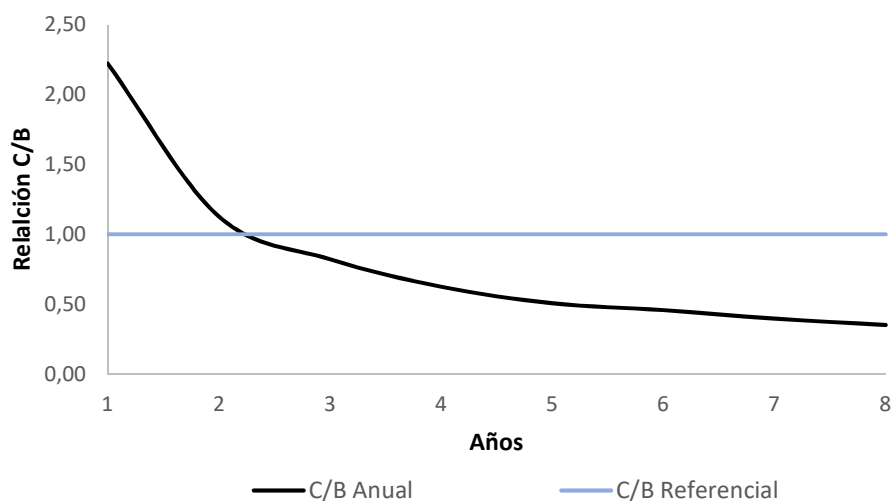
Durante cada año se evidencio la factibilidad a través del indicador C/B. Desde el año cero, año de ejecución de la obra civil hasta el octavo año (ver Tabla 20).

Tabla 20

Indicador Costo/Beneficio

Descripción	Años								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo	37429,68	600	600	3600	600	600	3600	600	600
Beneficio		17110,88	17110,88	17110,88	17110,88	17110,88	17110,88	17110,88	17110,88
C/B		2,22	1,13	0,82	0,63	0,51	0,46	0,40	0,35

En los dos primeros años de construida la obra, los beneficios no son suficientes para contrarrestar los costos por ejecución y mantenimiento, sin embargo, al término del tercer año se logra notar que el beneficio social sobrepasa al costo, con réditos de \$9 102,95 e incrementándose en años posteriores. En la Ilustración 10 se aprecia el comportamiento paulatino por año de los costos vs los beneficios.

Ilustración 10*Indicador C/B Durante los Años de Servicio*

La línea paralela a la abscisa indica que, si la curva lineal producto del indicador C/B se encuentra por encima, los beneficios no compensan el costo de la obra; por el contrario, si se encuentra por debajo indica que el costo ha sido devengado y convertido en beneficios como lo indica la Ilustración 10.

CONCLUSIONES

La construcción de vías de base estabilizada con cemento en los sectores rurales promueve una mayor presencia en la infraestructura vial, los costos por ejecución y mantenimiento vial son menores y pueden ser gestionados por las autoridades locales. La implementación de vías que conecten la ruralidad con la red urbana produce un impacto positivo en los habitantes de aquellos sectores tanto económica como socialmente.

Existe una disminución en los tiempos de movilización por los caminos de tierra mejorados sus características, el ahorro promedio por día es de 17,04 minutos por persona; las razones por las cuales obligatoriamente se movilizan pueden ser realizadas con mayor frecuencia, aumentando su productividad, disminuyendo los gastos por mantenimiento vehicular y en general, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

El costo en relación al beneficio producido es relativamente nimio; además, al instaurar un mantenimiento en la planificación de obra, el ciclo de vida se extiende al doble que con ausencia de este, logrando un menor costo de inversión y generando mayores beneficios en el tiempo.

El costo social por Km de vía de base estabilizada con cemento en un año absorbe el 45,71% del presupuesto de ejecución, avizorando una compensación completa de lo invertido inicialmente, lograda en 3 años de servicio.

La relación C/B resultó ser menor que 1 a partir del tercer año, en los años posteriores y hasta llegar al último, comparando egresos e ingresos totales produce una razón del 0,35; es decir, en estos tipos de proyectos el beneficio es casi el triple de lo invertido para la ejecución y su mantenimiento.

La construcción de vías de base estabilizada con cemento en los sectores rurales, tocan de cerca los tres pilares de sostenibilidad; evita el desalojo del material in situ, material que será depositado en escombreras; también se evita la explotación de materia prima que ocurre en las canteras; genera mayor economía al acrecentarse la productividad sectorial y entrega a la sociedad una obra que mejore sus estándares de vida. Además, este tipo de vías al término de su ciclo de vida útil agregan valor, un valor residual.

El incremento del parque automotor en la ciudad conlleva congestionamientos; además, haciéndose evidente y natural la expansión futura de la urbe en su extensión, y estando San Luis conectado a la red vial urbana cabe realizar este tipo de obra civil; pues, al realizar obras que mejoren el suelo de manera duradera se eximen gastos futuros en rehacer trabajos para el buen acondicionamiento vial.

RECOMENDACIONES

Generar una base de datos de los tipos de vehículos, velocidades y gastos, respecto a la condición de calzada, para poder establecer la diferencia causada por la implementación de vías en el sector rural por mantenimiento vehicular; en la presente investigación el costo social por dicho mantenimiento se lo eximio del “Beneficio”, debido a la incertidumbre de precisar la diferencia del desempeño y comportamiento de cada automotor, haciéndose de la relación C/B un análisis conservador.

La relación C/B recayó únicamente en un análisis en función a la producción del sector; sin embargo, para futuras investigaciones este indicador C/B se lo podría aplicar tomando en cuenta la accidentabilidad y/o el medio ambiente.

Realizar análisis de factibilidad de toda vía y sector involucrado, exhortando a las entidades locales la construcción de vías comunicantes que aporten a la producción y mejoren las condiciones de vida del sector, exhibiendo las ventajas socioeconómicas versus los costos de construirla y de ser posible un parangón entre costos de vías con adicionales sintéticos y costos de vías con procesos constructivos habituales.

Utilizar procedimientos alternativos de construcción a los habituales, que resulten económicos y promuevan el mejoramiento de las vías de tierra construidas por necesidad, vías que resulten de la inclusión de cemento, cal, ceniza de cascarilla de arroz, etc., en los sectores rurales riobambeños.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbasianjahromi, H., Aghevli, S., & Ravanshadnia, M. (2020). Economic risk assessment of concrete and asphaltic pavements in freeways and highways. *Case Studies in Construction Materials*, 12, 0–12. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00346>
- Aguirre, M., & Gonzales, G. (2019). *Importancia del Estudio de Factibilidad para Invertir: Analisis de Indicadores Financieros*. http://186.3.32.121/bitstream/48000/14942/1/E-11320_LANDETA_GONZALEZ_LILIBETH_STEFANIA.pdf
- Al-Suleiman, T. I., Bazlamit, S. M., Azzama, M., & Ahmad, H. S. (2020). Pavement Deterioration Rate and Maintenance Cost for Low-Volume Roads. *MATEC Web of Conferences*, 312, 06002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202031206002>
- Aquino, R. (2019). Incremento en el costo del mantenimiento periodico inicial de la carretera Yanacocha-Cajamarca por obras adicionales. In *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>
- Baum-Snow, N., Henderson, J. V., Turner, M. A., Zhang, Q., & Brandt, L. (2020). Does investment in national highways help or hurt hinterland city growth? *Journal of Urban Economics*, 115(June 2018). <https://doi.org/10.1016/j.jue.2018.05.001>
- Betancur, C. (Universidad M. N. G. (2020). *Técnica para la reducción de costos implementando estabilizacion cemento+stasoil a suelos existentes*. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ruma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- Calles, A. M. (2016). Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del Cantón Pastaza. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*.
- Calmet, D., & Capurro, J. M. (2011). El tiempo es dinero: Cálculo del valor social del tiempo en Lima Metropolitana para usuarios de transporte urbano. *Revista Estudios Económicos*, 86(20), 73–86. <http://ideas.repec.org/a/rbp/esteco/ree-20-04.html>
- Castaño, D. (2018). Experiencias de Bases Tratadas con Cemento y Aditivos para Mejorar su desempeño. *E-Conversion - Proposal for a Cluster of Excellence*.
- Cruzado, J., & Diaz, G. (2020). *Metodos de Diseño de Pavimentos*.
- CYPE Ingenieros, S.A. (2020). *CYPE Ingenieros, S.A.* Obtenido de Generador de precios de la construcción: http://www.ecuador.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/
- Fiorella, A., Aparicio, M., Darwin, C., & Marquez, G. (2020). *Impacto de la infraestructura vial sobre la educacion rural*.
- Flores, J. (2015). *Estabilización de suelos con fines de conformación de la estructura de un pavimento flexible estabilizado Con cemento en la Ciudad de Juliaca*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/487>
- Frías, D. (2019). Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de

- medida. *Universidad de Valencia*. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Gobierno Provincial de Chimborazo. (07 de 2020). Kilometros de Vías Rurales. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Golfín, K. (Instituto T. de C. R. (2019). Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 0(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Google Earth. (2020). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth:
<https://earth.google.com/web/@-1.70856697,-78.65504354,2771.541741a,1661.39906233d,35y,55.82819138h,0.11450442t,-0r/data=MicKJQojCiExUGJYNnNxTmZWbFUxVHFJSmhDei0xa3dKeVhFLWJmY3Y>
- Grupo Banco Mundial. (2020). *PIB per cápita (US\$ a precios actuales) - Ecuador*. Obtenido de Banco Mundial:
https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=EC&name_desc=false
- Holcim. (2016). *Soluciones para estabilización de suelos con cemento Objetivo*.
- Luna, S., Viñan, J., Orna, R., & Garzón, M. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (Riobamba)*.
- MAPFRE. (1 de 07 de 2020). *MAPFRE*. Obtenido de Canales MAPFRE:
<https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/seguridad-vial/velocidad-maxima-minima-diferentes-carreteras/#Ciudades>
- Matute, A. (Universidad C. de S. de G. (2016). *Comparación técnico económica del uso de bases granulares y bases estabilizadas con cemento, para diversos casos de tráfico, con y sin capa de rodadura, para nuestro medio*.
- Ministerio de Obras Públicas. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). *Proyecto: "Reconstrucción y Mantenimiento de la Vía Mendez - San José de Morono, Provincia de Morona Santiago"*.
<http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/Literal-k-Proyecto-175200000.641.3387-PROY.pdf>
- NEVI. (2013). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. *Ministerios de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador*, 3.
- Oliva, C. (2010). *Estabilización de suelo de la formación Toledo con cemento portland y sistema rocamix liquido*. http://www.rocamix.es/TESIS/oliva_diaz_caridad_2.pdf
- Ortiz, César, & Díaz, P. (2019). *Diseño y análisis de bases estabilizadas con cementos tipo UG y MCH*. <http://www.ghbook.ir/index.php?name=های رسانه و فرهنگ>

نوين&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chkhask=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component

- Ortiz, Cesar, & Diaz, P. (Universidad S. T.-C. (2019). *Diseño y análisis de bases estabilizadas con cementos tipo UG (uso general) y MCH (moderado calor de hidratación)*. 5–10.
- Perafán, W. (2013). *Guia para el Mantenimiento Rutinario de Vias no Pavimentadas*.
- Pilco, M., Yanqui, M., & Lara, C. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (San Luis)*.
- Subsecretaria Quevedo, M. de transporte y obras publicas. (2014). *Construccion de la carretera Anillo Vial Quevedo*.
- Toirac, J. (2008). El suelo-cemento como material de construccion. *Ciencia Y Sociedad, XXXIII*. <http://www.redalyc.org/pdf/870/87012672003.pdf>

ANEXOS

ANEXO A

Encuesta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



ENCUESTA

Objetivo: Incentivar la construcción de vías durables y asequibles en sectores rurales.

Ocupación:

1. ¿Está de acuerdo usted, con la construcción de una carretera de mejores características (tipo asfalto) que conecte su sector con la urbanidad?

- Totalmente de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ()
- En desacuerdo ()
- Totalmente en desacuerdo ()

2. ¿Cree usted, que la construcción de una carretera con mejores características (tipo asfalto) ayudaría al desarrollo educativo de sus hijos?

- Totalmente de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ()
- En desacuerdo ()
- Totalmente en desacuerdo ()

3. ¿La construcción de una mejor carretera le permitirá obtener más ingresos económicos (ser más productivo), al reducirse los tiempos de recorrido?

- Totalmente de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ()
- En desacuerdo ()
- Totalmente en desacuerdo ()

4. ¿Estaría dispuesto usted, en caso de ser necesario, aportar con su mano de obra a la construcción de una carretera en su sector?

- Totalmente de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ()
- En desacuerdo ()
- Totalmente en desacuerdo ()

5. ¿Con la construcción de una carretera que conecte con las vías urbanas, usted cambiaría de trabajo u ocupación?

- Totalmente de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ()
- En desacuerdo ()
- Totalmente en desacuerdo ()

Gracias por su amable colaboración

6. ¿Cuántas veces al día, requiere trasladarse por el actual camino de tierra?

.....

7. ¿Cuál es el tiempo estimado por ida en recorrer el actual camino?

.....

8. ¿Cuánto dinero estimado gasta por semana en el mantenimiento de su vehículo?

.....

9. ¿Cuáles son las razones por las que usted se moviliza por esta vía?

.....

Gracias por su amable colaboración

ANEXO B

Aplicación de Encuesta



ANEXO C

Vía de Análisis



ANEXO D

Análisis de Confiabilidad

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados ^a	N de elementos
,760	,761	5

Fuente: Software SPSS

ANEXO E

Rubro de Proyecto Registrado en la SERCOP

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO: TERMINACION DEL ASFALTADO DE LA VÍA JATUNCAMA -SAN FRANCISCO (SIGCHOS - LATACUNGA)
UBICACION: VÍA TRAMO JATUNCAMA SAN FRANCISCO. CANTÓN SIGCHOS. PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 26

RUBRO : 13

UNIDAD: m3

DETALLE : Excavacion para cunetas y encauzamientos a maquina

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.0195
Excavadora	1.00	40.00	40.0000	0.0450	1.8000
SUBTOTAL M					1.8195
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador Excavadora OP C1	1.00	4.04	4.0400	0.0450	0.1818
Peon EO E2	2.00	3.60	7.2000	0.0225	0.1620
Maestro Mayor EO C1	1.00	4.04	4.0400	0.0112	0.0452
SUBTOTAL N					0.3890
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.0000	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.0000	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.2085
INDIRECTOS (%)	23.00% 0.5080
UTILIDAD (%)	0.00% 0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.72
VALOR UNITARIO	2.72

SON: DOS DOLARES, 72/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

LATACUNGA, 10 DE MARZO DE 2020

Ing. Carlos Villacis
DIRECTOR OBRAS PUBLICAS

ELABORADO

ANEXO F

Mantenimiento de Proyecto Registrado en la SERCOP

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR

**PLIEGOS DEL PROCEDIMIENTO DE
CONTRATACIÓN DIRECTA DE CONSULTORÍA**

Versión SERCOP 1.1 (20 de febrero 2014)

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR

CÓDIGO DEL PROCESO: CDCE-GADPC-005-20.

Objeto de Contratación: " ESTUDIOS PARA EL PROYECTO DE MANTENIMIENTO VIAL DE LARGA DURACIÓN II ETAPA DE VARIAS VÍAS EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR .".

AZOGUES , 21 de agosto del 2020