

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA
APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE
CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS
RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA
CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022.**

Autor: Bach. JheyMi Manuel Chavez Chappa

Asesor: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chávarry

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL
 DNI N°: 71805706
 Correo electrónico: 7180570672@untrm.edu.pe
 Facultad: INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
 Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
 DNI N°: _____
 Correo electrónico: _____
 Facultad: _____
 Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP) COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS-2022.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: DR. ING. HERNÁNDEZ CHÁVARRY JORGE ALFREDO
 DNI, Pasaporte, C.E N°: 2 66 170 95
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0009-0003-5352-3577

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
 DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
7.00.00 Ingeniería, Tecnología 2.01.00 Ingeniería civil 2.01.05. Ingeniería del transporte



5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 12 de 10 de 2023

[Firma]

 Firma del autor 1

 Firma del autor 2

[Firma]

 Firma del Asesor 1

 Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi madre, padre, hermanas y hermano, por haberme brindado su apoyo incondicional, su confianza y por ser mi motivación más grande para ir tras cada una de mis metas y proyectos que me he propuesto.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por ser mi guía en los momentos difíciles de mi vida y brindarme fortaleza para cumplir con mis metas.

Al internado “La Alianza” conformado por las parroquias alemanas Dunningen, Seedorf y Lackendorf, por el apoyo desinteresado propiciado durante toda mi etapa universitaria.

Así mismo, a mi asesor Ing. Jorge Alfredo Hernández Chávarry, por el apoyo brindado en el desarrollo de la tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. Ricardo Edmundo Campos Ramos

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO 93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS-2022; del egresado JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 03 de Julio de 2023



Firma y nombre completo del Asesor

DR. ING. JORGE ALFREDO
HERNANDEZ CHAVARRY

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



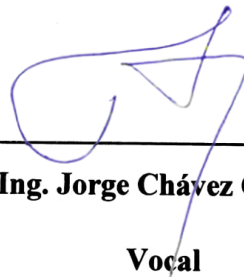
Ing. John Hilmer Saldaña Núñez

Presidente



Ing. Carlos Alberto Chávez Culquimboz

Secretario



Ing. Jorge Chávez Guivin

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

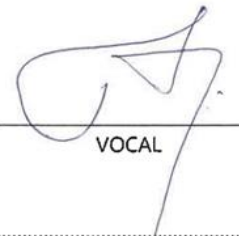
Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada: viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP), comparado con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO93) en la ciudad de Chachapoyas-2022.

presentada por el estudiante () /egresado (x) Jheymi Manuel Chavez Chappa de la Escuela Profesional de Ingeniería civil con correo electrónico institucional Dr. Ing. Jorge Alfredo Hernández Chavarr después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 13 de Julio del 2023


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de Agosto del año 2023, siendo las 18:30 horas, el aspirante: CHÁVEZ CHAPPA, Jheyimi Manuel, asesorado por Dr. HERNÁNDEZ CHÁVARRY, Jorge Alfredo defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: "Viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP), comparado con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO 93) en la ciudad de Chachapoyas - 2022", para obtener el Título Profesional de ingeniero civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Jhon Hilmer Saldaña Nuñez

Secretario: Mg. Carlos Alberto Chávez Culquimboz

Vocal: Mg. Jorge Chávez Guivin

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

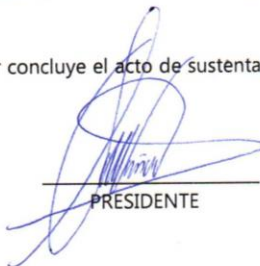
Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 19:35 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	x
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Ubicación de la zona de estudio	20
2.2. Métodos	21
III. RESULTADOS.....	41
3.1. Resultado del diseño de pavimentos.....	41
3.2. Resultados del análisis estructural de pavimentos.....	44
3.3. Resultados del análisis económico	47
3.4. Resultado del análisis según tiempos de ejecución	50
IV. DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSIONES	54
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	57
Anexo 1: Ensayos de laboratorio para el estudio de suelos	57
Anexo 2: Conteo vehicular para el estudio de tráfico	70
Anexo 3: Cálculo del índice medio diario (IMD)	77
Anexo 4: Cálculo de los ejes equivalentes (ESAL)	79
Anexo 5: Diseño de pavimento TCP _ software OptiPave 2.0.....	81
Anexo 6: Diseño de pavimento AASHTO93 _ software Microsoft Excel 2019.....	84
Anexo 7: Camión de prueba usado en el análisis estructural de los pavimentos.....	85
Anexo 8: Análisis de desempeño estructural del pavimento rígido TCP.....	86

Anexo 9: Análisis de desempeño estructural del pavimento rígido AASHTO93.....	92
Anexo 10: Sustento de costos de materiales y equipos.....	99
Anexo 11: Planos de planta y sección transversal del pavimento delgado de concreto (TCP).....	103
Anexo 12: Plano de detalles del pavimento delgado de concreto (TCP).....	104
Anexo 13: Planos de planta y sección transversal del pavimento rígido tradicional (AASHTO93).....	105
Anexo 14: Plano de detalles del pavimento rígido tradicional (AASHTO93).....	106
Anexo 15: Sustento de metrados del pavimento rígido TCP	107
Anexo 16: Análisis de económico de pavimento rígido TCP	108
Anexo 17: Sustento de metrados del pavimento rígido AASHTO93	112
Anexo 18: Análisis de económico de pavimento rígido AASHTO93	113
Anexo 19: Tiempos de ejecución para el pavimento delgado de concreto (TCP)...	117
Anexo 20: Tiempos de ejecución para el pavimento rígido tradicional (AASHTO93)	118
Anexo 21: Panel fotográfico	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos de suelos para pavimentos	21
Tabla 2. Factores de corrección de vehículos promedio (2010-2016) - Estación Pedro Ruiz.....	24
Tabla 3. Factores de Distribución Direccional y de Carril	25
Tabla 4. Periodo de diseño recomendado de acuerdo a la clasificación de la vía	27
Tabla 5. Largo de losa según casos para pavimentos TCP	27
Tabla 6. Efecto en el soporte y circulación del tráfico según el tipo de borde	28
Tabla 7. Porcentaje máximo admisible de losas agrietadas por tipo de vía.....	28
Tabla 8. Confiabilidad según la clasificación de la vía	29
Tabla 9. Resistencia del concreto recomendado según el tráfico	30
Tabla 10. Gradiente de construcción según el tipo de clima	32
Tabla 11. Confiabilidad recomendada según tipo de camino	33
Tabla 12. Relación del estándar normal con la confiabilidad.....	34
Tabla 13. Error estándar combinado según tipo de construcción	34
Tabla 14. Índice de serviciabilidad final según clasificación de la vía.....	35
Tabla 15. Resistencia del concreto recomendado según el tráfico	35
Tabla 16. Coeficiente de transferencia de carga	36
Tabla 17. Valores del coeficiente de drenaje (Cd) recomendados para el diseño.	37
Tabla 18. Parámetros de diseño del pavimento TCP	41
Tabla 19. Parámetros de diseño del pavimento AASHTO93	43
Tabla 20. Resumen de datos ingresados al software EverFE 2.24	44
Tabla 21. Esfuerzos máximos sobre losas TCP obtenidos en EverFE 2.24	44
Tabla 22. Resumen de datos ingresados al software EverFE 2.24	45
Tabla 23. Esfuerzos máximos sobre losas AASHTO93 obtenidos en EverFE 2.24.....	45
Tabla 24. Relación de esfuerzos por tipo de pavimento	46
Tabla 25. Cuadro comparativo de resultados de ambos tipos de pavimentos rígidos ...	49
Tabla 26. Cuadro comparativo tiempos de ejecución de ambos pavimentos rígidos	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio	20
Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio en Chachapoyas	32
Figura 3. Estructura de pavimento delgado de concreto (TCP).....	42
Figura 4. Estructura de pavimento rígido tradicional (AAHTO93)	44
Figura 5. Presupuesto general del pavimento delgado de concreto en software RW7+	47
Figura 6. Presupuesto general del pavimento rígido tradicional en software RW7+	48
Figura 7. Diferencia de costos según el espesor de losa entre ambos pavimentos rígidos	49
Figura 8. Cronograma de la ejecución de obra de pavimento delgado de concreto (TCP)	50
Figura 9. Curva "S" del proyecto de pavimento TCP.....	50
Figura 10. Cronograma de ejecución de obra de pavimento rígido tradicional (AASHTO93).....	51
Figura 11. Curva "S" del proyecto del pavimento AASHTO93.....	51
Figura 12. Pestaña diseño del software OptiPave 2.0.....	81
Figura 13. Pestaña de tráfico del software OptiPave 2.0.....	81
Figura 14. Pestaña de propiedades de concreto del software OptiPave 2.0	82
Figura 15. Pestaña de propiedades suelos del software OptiPave 2.0.....	82
Figura 16. Pestaña clima del software OptiPave 2.0	83
Figura 17. Resultado Pavimento TCP del software OptiPave 2.0.....	83
Figura 18. Datos de la geometría de la losa obtenida del diseño TCP	86
Figura 19. Características de los materiales	86
Figura 20. Propiedades de las juntas.....	87
Figura 21. Carga del eje posterior del camión S2 en el centro de la losa.....	87
Figura 22. Tensiones máximas de losas con cargas en el centro.....	88
Figura 23. Deformación de losas con cargas en el centro (Escala 1:100).....	88
Figura 24. Carga del eje posterior del camión S2 en el borde de la losa.....	89
Figura 25. Tensiones máximas de losas con cargas en el borde.....	89
Figura 26. Deformación de losas con cargas en el borde (Escala 1:100).....	90
Figura 27. Carga del eje posterior del camión S2 en la esquina de la losa.....	90
Figura 28. Tensiones máximas de losas con cargas en la esquina.....	91
Figura 29. Deformación de losas con cargas en la esquina (Escala 1:100).....	91

Figura 30. Datos de la geometría de la losa obtenida del diseño AASHTO93	92
Figura 31. Características de los materiales	92
Figura 32. Propiedades de los pasadores	93
Figura 33. Propiedades de las juntas.....	93
Figura 34. Carga del eje posterior del camión S2 en el centro de la losa	94
Figura 35. Tensiones máximas de losas con cargas en el centro	94
Figura 36. Deformación de losas con cargas en el centro (Escala 1:100)	95
Figura 37. Carga del eje posterior del camión S2 en el borde de la losa.....	95
Figura 38. Tensiones máximas de losas con cargas en el borde.....	96
Figura 39. Deformación de losas con cargas en el borde (Escala 1:100)	96
Figura 40. Carga del eje posterior del camión S2 en la esquina de la losa.....	97
Figura 41. Tensiones máximas de losas con cargas en la esquina.....	97
Figura 42. Deformación de losas con cargas en la esquina (Escala 1:100).....	98
Figura 43. Calicatas C-01 y C-02, ubicadas en las cuadras 04 y 05 de la Av. Aeropuerto	119
Figura 44. Tamizado de las muestras de las calicatas C-01 y C-02	119
Figura 45. Secado de las muestras para el Ensayo de Contenido de Humedad.....	120
Figura 46. Ensayo de límites de Atterberg	120
Figura 47. Ensayo de Proctor Modificado	121
Figura 48. Ensayo de CBR	121
Figura 49. Sustento del conteo vehicular del lunes 22/08/2022	122
Figura 50. Sustento del conteo vehicular del martes 23/08/2022	122
Figura 51. Sustento del conteo vehicular del miércoles 24/08/2022	123
Figura 52. Sustento del conteo vehicular del jueves 25/08/2022	123
Figura 53. Sustento del conteo vehicular del viernes 26/08/2022	124
Figura 54. Sustento del conteo vehicular del sábado 27/08/2022	124
Figura 55. Sustento del conteo vehicular del domingo 28/08/2022	125

RESUMEN

La investigación se realizó para determinar la viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP) mediante la comparación con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO93) en la ciudad de Chachapoyas, teniendo como zona de estudio las cuadras 04 y 05 de la Avenida Aeropuerto. Por lo que, se diseñó el pavimento TCP en el *software* Optipave 2.0 y el pavimento AASHTO93 en el *software* Microsoft Excel 2021, se calculó el desempeño estructural por máximas tensiones en el *software* EverFE 2.24 y se determinó costos y tiempos de construcción en el *software* RW7+. Los resultados de la investigación muestran que el espesor de losa del pavimento delgado de concreto (TCP) es menor en 3 cm, logrando un ahorro de S/. 32,52 por metro cuadrado de pavimento, equivalente a un 10,87 % de diferencia porcentual en reducción de costos. Del análisis de desempeño estructural se obtuvo que las máximas tensiones sobre las losas del pavimento delgado de concreto y pavimento rígido tradicional son de 1,63 Mpa y 1,66 Mpa respectivamente, las cuales en ambos casos se producen en la esquina de la losa. En cuanto a tiempos de construcción el pavimento delgado de concreto se ejecuta en siete (07) días menos y evidencia su rentabilidad al tener que realizar un menor número de tareas, ocupando menor personal y cantidad de materiales en el proceso constructivo.

Palabras clave: *pavimento, espesor, costos, desempeño estructural, tiempo de construcción.*

ABSTRACT

The investigation was carried out to determine the technical and economic viability of the application of thin concrete pavements (TCP) by means of the comparison with traditional rigid pavements (AASHTO93) in the city of Chachapoyas, having as study area the blocks 04 and 05 of the Airport Avenue. Therefore, the TCP pavement was designed in the Optipave 2.0 software and the AASHTO93 pavement in the Microsoft Excel 2021 software, the structural performance by maximum stresses was calculated in the EverFE 2.24 software and costs and construction times were determined in the RW7+ software. The results of the investigation show that the thickness of the thin concrete pavement (TCP) slab is less than 3 cm, achieving a saving of S/. 32.52 per square meter of pavement, equivalent to a 10.87% percentage difference in cost reduction. From the analysis of structural performance it was obtained that the maximum stresses on the slabs of thin concrete pavement and traditional rigid pavement are 1.63 Mpa and 1.66 Mpa respectively, which in both cases occur at the corner of the slab. Regarding construction times, the thin concrete pavement is executed in seven (07) days less and demonstrates its profitability by having to carry out fewer tasks, using fewer personnel and a quantity of materials in the construction process.

Keywords: *pavement, thickness, costs, structural performance, construction time.*

I. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos de concreto tienen muchas ventajas, entre las cuales destacan su resistencia, rigidez, durabilidad, seguridad vial, mejor iluminación y estabilidad en el tiempo (ACI, 2017). Además de esto es importante mencionar que los gastos por mantenimiento durante su vida útil son bastante bajos, debido a las características mencionadas (Jorquera, 2018a).

Uno de los problemas que presentan los pavimentos rígidos está ligado a los métodos tradicionales empleados para su diseño (Rodríguez & Viveros, 2021), que en el caso de nuestro país el que se encuentra normado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el método propuesto por la AASHTO del año 1993 (MTC, 2013), no obstante, este genera estructuras que presentan fallas debido a las dimensiones de sus losas que no están especialmente diseñadas para reducir las tensiones que originan las cargas de los ejes de los vehículos (Díaz & Hoyos, 2019). Ya que, a mayor dimensión de una losa mayor es el número de ejes sobre ella, lo que genera mayores esfuerzos (Mendoza & Quispe, 2020). Esto a su vez genera una notoria desventaja y es que los costos de construcción comparados a otros tipos de pavimentos son más altos, debido a que para soportar las cargas de tránsito los espesores de las losas de concreto deben ser mayores, lo cual ocasiona más inversión en cuanto a la cantidad de concreto requerido (Jorquera, 2018b).

Un avance reciente en pavimentos de concreto que es muy prometedor es el sistema Thin Concrete Pavement (TCP) o pavimentos delgados de concreto, desarrollado en Chile y que actualmente se encuentra patentado como una solución de pavimentación por la PNA Construction Technologies en los EE. UU (Hansen & Palmer, 2019). El cual se caracteriza por optimizar la longitud de las losas de concreto al tipo de camión con el eje más crítico que transitará por la vía, de modo que no más de un set de ruedas cargue sobre ellas en un mismo momento, logrando así minimizar los efectos ocasionados por la interacción cargas de tránsito y tensiones por alabeo de losas (Florez et al., 2019). Es así que en los últimos diez años los también llamados pavimentos con losas de geometría optimizada, han ganado un espacio importante entre las soluciones a los pavimentos rígidos tradicionales, ya que, al lograr una mejor distribución de cargas sobre la losa no solo reduce los esfuerzos de tracción y las tensiones de alabeo, sino que también se consigue aminorar los costos de construcción hasta en un 30% al obtener losas que

disminuyen su peralte de 4 a 10 cm respecto a las de pavimentos tradicionales (Covarrubias et al., 2021a).

El proceso de diseño de este tipo de pavimentos se realiza mediante el software de elementos finitos OptiPave 2.5, el cual fue desarrollado y calibrado de acuerdo a los resultados de la prueba de deterioro de pavimentos acelerados trabajados en la Universidad de Illinois, EE.UU (TCPavements, 2019a). Es así que este software fue recomendado en el documento ACI “330-2R-17” como una solución eficiente a proyectos de pavimentación, ya que al combinar el sistema Thin Concrete Pavements (TCP) con el OptiPave Software Desing se consigue un diseño de losas optimizado a cargas y tensiones con lo que se logra que el costo del concreto sea considerablemente más económico (Dean, 2017). Además de esto, con la experiencia adquirida a más de diez años de su lanzamiento, el software se ha calibrado en base a los datos de campo de los proyectos ya existentes para ser capaces de responder a los modelos de falla observados en pavimentos delgados de concreto (Binder & Covarrubias, 2021).

De acuerdo a Florez et al. (2019) la construcción de pavimentos con el sistema de losas delgadas de concreto de geometría optimizada se asemeja al de los pavimentos rígidos basados en métodos tradicionales, pues los equipos constructivos empleados en ambos son los mismos. Sin embargo, en estos pavimentos las juntas de contracción generalmente se cortan en cuadrículas que oscilan entre 1.40 a 2.30 metros, dependiendo del tipo de camión predominante en el diseño (TCPavements, 2019a), al mismo tiempo que no se requiere sello en las juntas, por lo que, para mejorar el comportamiento de estas, el corte se efectúa mediante una sierra especial de un espesor inferior a 0,1” (2,5 mm) con lo cual se consigue limitar el acceso de material incompresible, mejorando la eficiencia de transferencia de carga (bloqueo de agregados) en las juntas (Covarrubias et al., 2021b). Además de esto el porcentaje de finos de la base debe ser menor al 8% para evitar el escalonamiento y se recomienda el uso de una malla geotextil entre la base y subbase para evitar la contaminación de material fino (TCPavements, 2019). Así mismo, en los pavimentos delgados de concreto no se hace uso de mallas de acero de refuerzo dentro del concreto (Díaz & Hoyos, 2019b). Por lo que, el mejoramiento de la resistencia a compresión de estos pavimentos para su aplicación en vías de alto tránsito, se puede realizar con la adición de fibras de acero en la mezcla de concreto, al mismo tiempo que disminuye considerablemente el porcentaje de agrietamiento durante su vida útil (Cruz & Jurado, 2019).

Por lo tanto, esta investigación se centra en el análisis de la viabilidad técnica y económica de los pavimentos delgados de concreto para ser empleados en la pavimentación de urbana de la ciudad de Chachapoyas, justificando sus características de diseño de losas optimizadas que logran disminuir considerablemente sus espesores al reducir el efecto de las cargas de tráfico.

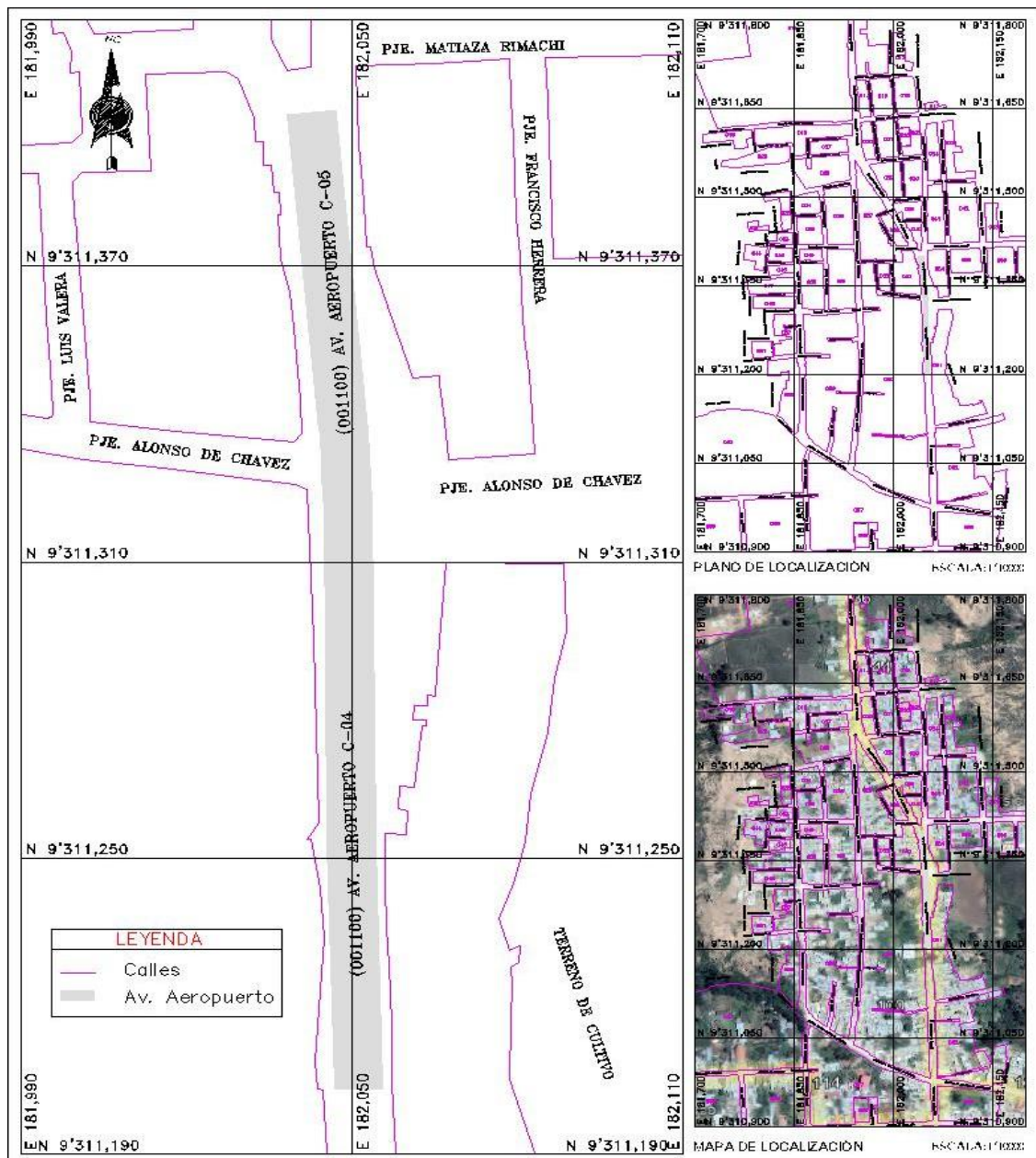
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en la Av. Aeropuerto Cuadra 04 y 05, del asentamiento humano Señor de los Milagros, del distrito de Chachapoyas, provincia Chachapoyas, región Amazonas. Dicho asentamiento se ubica al noroeste de la ciudad y sus calles se encuentran a nivel de afirmado, por lo que, en verano, la cantidad de polvo es alta, y en la temporada de lluvias, la vía se torna complicada.

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio



2.2. Métodos

2.2.1. Recopilación de datos

2.2.1.1. Estudio de suelos

En la primera etapa se realizó un estudio de suelos mediante las calicatas C-01 y C-02 que fueron tomadas de las cuadras 04 y 05 de la Av. aeropuerto respectivamente, de las que se obtuvieron las muestras alteradas que luego se analizaron en el laboratorio de suelos y pavimentos del “Grupo Phura”, ubicada en la ciudad de Chachapoyas, en el cual se realizaron los ensayos pertinentes definidos por el manual de ensayo de materiales del MTC, para cumplir con los propósitos de esta investigación.

Tabla 1

Ensayos de suelos para pavimentos

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado	MTCE 107
Contenido de humedad	MTCE 108
Límites de Atterberg	MTCE 110-MTCE 111
Proctor modificado	MTCE 115
Ensayo CBR	MTCE 132

Nota. *Los resultados de estos ensayos caracterizaron y determinaron el comportamiento del suelo de la subrasante. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

a) Mejoramiento del suelo de la subrasante

Los ensayos de CBR de las muestras obtenidas de las calicatas C-01 y C-02, arrojan un CBR promedio de 4,20% que está por debajo de 6% (Anexo 1), por lo que se considera como una subrasante inadecuada (MTC, 2016).

Por tal motivo, se realiza el mejoramiento del suelo de la subrasante con la aplicación de material over, compuesto por piedra mediana para que ayude a mejorar la capacidad de soporte. Así mismo se consideró la ejecución de una base granular, de acuerdo a las especificaciones del manual del MTC, para mejorar la transmisión de cargas entre el pavimento y la subrasante. Del mismo modo se consideró el uso de una malla geotextil, para evitar la contaminación de materiales finos entre la base y subrasante.

b) Incremento del módulo de reacción de la subrasante

La aplicación tanto de material over en la subbase como afirmado para la base granular sobre la subrasante genera aumento del CBR y por consecuencia incrementa el módulo de reacción. Por lo que, para calcular los nuevos valores se aplicó las siguientes fórmulas:

$$CBR < 10\%: K_{sr} = 2.55 + 52.5 * \text{Log } CBR \quad (1)$$

$$CBR > 10\%: K_{sr} = 46 + 9.08 * (\text{log } CBR)^{4.34} \quad (2)$$

Donde:

K_{sr} = Módulo de reacción de la subrasante

(Mendoza & Quispe, 2020)

Al agregar base granular sobre la subrasante se incrementa el módulo de reacción de obtenido, por lo que, es necesario calcular el nuevo módulo:

$$K \text{ combinado} = (1 + (h/38)^2 * (K_{sb}/K_{sr})^{2/3})^{0.5} * K_{sr} \quad (3)$$

Donde:

K_{sr} = Módulo de reacción de la subrasante

K_{sb} = Módulo de reacción de la base granular

K combinado = Módulo de reacción de diseño

h = espesor de la capa de la base granular

(MTC, 2016)

2.2.1.2. Estudio de tráfico

En la segunda etapa, se realizó el estudio de tráfico, en el cual se contaron los vehículos (en ambos sentidos), mediante un formato de conteo volumétrico de tráfico ofrecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Este formato considera el tramo correspondiente, la estación, el sentido de la vía, el tipo de camión, la fecha y hora del conteo.

El conteo se realizó con la ayuda de los vídeos proporcionados por la cámara de vigilancia de la “Avícola Villacrez”, ubicada al final de la cuadra 03 de esta vía. Dicho conteo se realizó en horarios que se presenta el tráfico crítico del día, de 7:00 am hasta 7:00 pm,

por un periodo de siete días consecutivos del 22 hasta el 28 de agosto del 2022. Finalmente, esto permitió conocer el tráfico de la zona en investigación. Una vez llenado el formato de conteo vehicular para los siete días de duración del estudio, la información resultante se analizó para establecer los parámetros requeridos para el diseño del pavimento.

a) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Con los resultados del conteo vehicular multiplicados por los factores de corrección de vehículos (pesados y ligeros), se obtuvo el volumen de tráfico que pasa por la vía:

$$IMDA = \frac{(VS_{vl})(FC_{vl}) + (VS_{vp})(FC_{vp})}{7} \quad (4)$$

Donde:

- VS_{vl} : Volumen promedio semanal de vehículos ligeros
- VS_{vp} : Volumen promedio semanal de vehículos pesados
- FCE_{vl} : Factor de correlación estacional de vehículos ligeros
- FCE_{vp} : Factor de correlación estacional de vehículos pesados
- $IMDA$: Índice Medio Diario Anual

Adaptado de Mendoza y Quispe (2020).

b) Factor de corrección estacional de vehículos (FCE)

Para corregir la variación de tráfico de cada mes por diferentes factores como las lluvias, vacaciones, temporadas de cosecha, feriados, etc., es preciso aplicar un factor de corrección a los valores obtenidos durante el periodo de tiempo en el que se realizó el estudio de tráfico. Por lo que, este factor se obtuvo de la base de datos disponible en internet de Provias Nacional correspondiente al peaje de Pedro Ruiz, que es el más cercano a la ciudad de Chachapoyas.

Es necesario aplicar factores de corrección a los valores obtenidos durante los estudios de tráfico

Tabla 2*Factores de corrección de vehículos promedio (2010-2016) - Estación Pedro Ruiz*

Mes	Ligeros	Pesados
Enero	0,974	1,040
Febrero	1,036	1,027
Marzo	1,104	1,014
Abril	1,121	1,044
Mayo	1,116	1,009
Junio	1,042	0,990
Julio	0,940	1,005
Agosto	0,909	0,951
Setiembre	0,964	0,964
Octubre	0,975	0,980
Noviembre	1,003	0,979
Diciembre	0,767	0,881

Nota. *El factor de corrección con el que se trabajó es el del mes de agosto. Fuente: Provias Nacional (2018).

c) Factores de crecimiento acumulado (*Fca*)

Este factor considera el crecimiento del tráfico durante el periodo de diseño del pavimento, para que sirva adecuadamente la demanda que se presente. Dicho factor se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad (5)$$

Donde:

r : Tasa de crecimiento anual

n : Periodo de diseño

(MTC, 2013)

La tasa de crecimiento anual se definió en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico del país, por lo cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones recomienda que la tasa de crecimiento de vehículos pesados se relacione con el crecimiento anual del PBI del país. Por lo que, de acuerdo al reporte del INEI el

Producto Bruto Interno (PBI) del 2022 el Perú registró un crecimiento del 2,7% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022).

Así mismo el periodo de diseño se consideró el mínimo recomendado por la guía AASHTO que es de 20 años al tratarse de pavimentos rígidos.

d) Factores de Direccional (F_D) y Factor Carril (F_C)

El F_d representa la relación entre el número de vehículos pesados que circulan en un sentido de tráfico, mientras que el F_c representa la relación entre el mayor número de Ejes Equivalentes (EE) que pasan sobre un carril.

Tabla 3

Factores de Distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (F_D)	Factor de Carril (F_C)	Factor Ponderado $F_D \times F_C$ para carril de diseño
	1 sentido	1	1,00	1,00	1,00
1 calzada (para IMDa total de la calza)	1 sentido	2	1,00	0,80	0,80
	1 sentido	3	1,00	0,60	0,60
	1 sentido	4	1,00	0,50	0,50
	2 sentido	1	0,50	1,00	0,50
	2 sentido	2	0,50	0,80	0,40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0,50	1,00	0,50
	2 sentido	2	0,50	0,80	0,40
	2 sentido	3	0,50	0,60	0,30
	2 sentido	4	0,50	0,50	0,25

Nota. Fuente: MTC (2013)

La vía en estudio está conformada por una calzada con dos sentidos, con un carril en cada uno de estos.

e) Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo (EE)

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * Fca_L * Fca_P \quad (6)$$

Donde:

- IMD_{PI} : IMD de demanda proyectada
 Fca_L : Factor de crecimiento acumulado de vehículos livianos
 Fca_P : Factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados

(Mendoza & Quispe, 2020)

f) Ejes Equivalentes (ESAL)

Posterior a ello se transformó los diferentes tipos de vehículos en un eje estándar equivale, con la siguiente ecuación:

$$ESAL = EE_{\text{día-carril}} * 365 * Fca \quad (7)$$

Donde:

- EE : Cargas por eje equivalente
 Fca : Factor de crecimiento acumulado

Adaptado de MTC (2013)

2.2.2. Diseño de pavimentos

Una vez realizado los estudios de suelo y tráfico, se usaron estos datos como parte de los parámetros de diseño del pavimento delgado de concreto y pavimento tradicional.

2.2.2.1. Diseño de pavimento aplicando el método TCP

En principio se definió los parámetros del pavimento delgado de concreto que se aplicó para el diseño del mismo, los cuáles fueron establecidos en su guía de diseño y son los siguientes:

a) Requisitos de diseño

➤ *Periodo de diseño*

Este parámetro se determinó conforme la clasificación de la vía en estudio.

Tabla 4

Periodo de diseño recomendado de acuerdo a la clasificación de la vía

Clasificación de la vía	Periodo de diseño
Rutas locales y calles	15-20
Calles principales y vías de mediano tráfico <15*10 ⁶ EE	20
Calles interurbanas y vías de alto tráfico >15*10 ⁶ EE	20-40

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

De acuerdo al estudio de tráfico la vía se clasifica como una vía de mediano tráfico, por lo que se consideró una vida de diseño de 20 años.

➤ **Largo de losa**

El largo de losa se estableció de acuerdo a las consideraciones del posicionamiento del eje tándem sobre la losa.

Tabla 5

Largo de losa según casos para pavimentos TCP

Caso	Largo de losa
Eje tándem queda en losas distintas	1,40 m
Eje tándem queda en la misma losa	1,80 m
Eje tándem queda en el centro de una losa y en borde de otra	2,20 m

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

Para esta investigación se consideró un largo de losa de 1,80 m, debido a que se tiene circulación de vehículos en ambas direcciones.

➤ **Espesor de la losa**

El espesor de la losa se determinó en el software OptiPave 2.0, al procesar los parámetros de diseño establecidos en este segmento.

➤ **Tipo de borde**

Con este se definió la condición de borde del pavimento por efecto de soporte lateral propiciada por la berma en términos de transferencia de carga.

Tabla 6*Efecto en el soporte y circulación del tráfico según el tipo de borde*

Tipo de borde	Soporte de la estructura	¿Aleja el tráfico del borde?
Borde libre	Nulo	No
Berma granular, asfáltica	Muy leve	No
Berma de concreto	Leve	No
Vereda	Mediano	Sí

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

Para esta investigación se consideró la existencia de vereda, por lo que el soporte de la estructura es de nivel medio.

➤ ***Dren lateral del pavimento***

Como Chachapoyas es una ciudad donde se presentan fuertes lluvias, se consideró la existencia de dren lateral.

➤ ***IRI inicial e IRI final***

Los Índices de Rugosidad Internacional inicial y final fueron 2,5 m/km y 3,5 m/km, respectivamente, los cuales fueron definidos en base a la recomendación de la guía de diseño de pavimentos TCP.

➤ ***Porcentaje de losas agrietadas***

Con este parámetro se estableció el umbral de daño aceptado de la vía.

Tabla 7*Porcentaje máximo admisible de losas agrietadas por tipo de vía*

Clasificación de la vía	Porcentaje máximo admisible de losas agrietadas
Rutas locales y calles	30%-50%
Calles principales y vías de mediano tráfico <15*10 ⁶ EE	10%-30%
Calles interurbanas y vías de alto tráfico >15*10 ⁶ EE	10%

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

De acuerdo a la clasificación de la vía, el máximo porcentaje de losas agrietadas admisible que se consideró es de 30%.

➤ **Confiabilidad**

Servirá para determinar la confiabilidad del diseño y para este caso se analizará de acuerdo a tres mecanismos de falla de acuerdo a la clasificación de la vía.

Tabla 8

Confiabilidad según la clasificación de la vía

Clasificación de la vía	Urbanas	Rurales
Rutas locales y calles	85%-97%	80%-95%
Calles principales y vías de mediano tráfico	80%-95%	75%-90%
Calles interurbanas y vías de alto tráfico	75%-85%	70%-80%
Pasaje	50%-75%	50%-75%

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

Como la vía es de tráfico mediano, el nivel de confiabilidad que se estableció para el pavimento es del 85%.

➤ **Escalonamiento máximo admisible**

El escalonamiento máximo permitido de acuerdo a la guía OptiPave 2.0 es de 5 mm y es el valor que se asumió para este proyecto.

b) Propiedades del concreto

➤ **Resistencia del concreto**

La resistencia del concreto se estableció de acuerdo lo recomendado en el manual de suelos y pavimentos del MTC, que, de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de tráfico, la resistencia de tráfico para el pavimento que se asumió es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 9*Resistencia del concreto recomendado según el tráfico*

Tráfico	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (f'c)
$\leq 5 \cdot 10^6 \text{EE}$	280 kg/cm ²
$> 5 \cdot 10^6 \text{EE} \leq 15 \cdot 10^6 \text{EE}$	300 kg/cm ²
$> 15 \cdot 10^6 \text{EE}$	350 kg/cm ²

Nota. Fuente: (MTC, 2013)

➤ ***Confiabilidad de la mezcla de concreto***

De acuerdo a lo recomendado en la guía de diseño, se consideró un 80% de confiabilidad.

➤ ***Desviación estándar de diseño del concreto***

Es la desviación considerada en el proceso de fabricación de concreto y para esta investigación se estableció la recomendada por la guía de diseño que es de 0,4 MPa.

➤ ***Aumento de la resistencia 28-90 días***

Referido al incremento de la resistencia a la flexo-tracción que experimenta el concreto desde el día 28 hasta el día 90. Este valor es directamente proporcional a cada mezcla, sin embargo, esta metodología recomienda considerar un aumento del 10%, que para el caso de este proyecto fue con el que se trabajó.

➤ ***Módulo de elasticidad del concreto***

El valor se calculó con las ecuaciones (8) y (9) que se establecen en el diseño AASHTO, por lo que el valor es el mismo para ambos.

➤ ***Módulo de ruptura del concreto***

El valor se calculó con la ecuación (10) que se establece en el diseño AASHTO, por lo que el valor es el mismo para ambos.

➤ ***Peso específico del concreto***

Es el peso de la mezcla de concreto por unidad de volumen. El valor que se consideró es 2400 Kg/m³, que es lo que recomienda la guía de diseño.

➤ ***Módulo de Poisson***

Expresa la relación entre la deformación unitaria lateral y la deformación unitaria axial, producto de una carga axial. Para el caso de este proyecto se consideró el valor por defecto de 0,15.

➤ ***Coefficiente de expansión térmica***

Mide la contracción o expansión que experimenta el concreto al ser expuesto a variaciones de temperatura. La guía recomienda trabajar con un valor de $1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, que es que se consideró para este proyecto.

➤ ***Retracción del concreto a 365 días***

Representa la relación de la retracción que experimenta el concreto a medida que este va endureciendo, hasta su punto de estabilización. Por defecto la retracción a los 365 días se obtiene incrementando el valor final en un 30%, por lo que se usa el valor por defecto 0,0007 ($700\mu\epsilon$), que fue el valor considerado en este diseño.

c) Parámetros de clima

La metodología de diseño considera al clima de la zona como un parámetro de diseño, por lo cual se verificó el clima de Chachapoyas con los cuatro (4) climas genéricos que ofrece el software de diseño.

- Húmedo – no heladizo
- Húmedo – heladizo
- Seco – no heladizo
- Seco – heladizo

De lo cual, se estableció a la ciudad de Chachapoyas dentro del clima genérico húmedo- no heladizo.

➤ ***Gradiente de construcción***

Este parámetro estima el alabeo inicial que experimenta la losa producto de las retracciones diferenciales entre la parte superior e inferior de la misma. Se obtuvo de la siguiente tabla:

Tabla 10

Gradiente de construcción según el tipo de clima

Condición de clima	Gradiente térmico
Zonas húmedas sin viento	-5°C
Zonas húmedas con viento y zonas secas sin viento	-10°C
Zonas secas con viento y altura	-15°C
Condiciones extrema de evaporación de agua	-20°C

Nota. Fuente: (TCPavements, 2019)

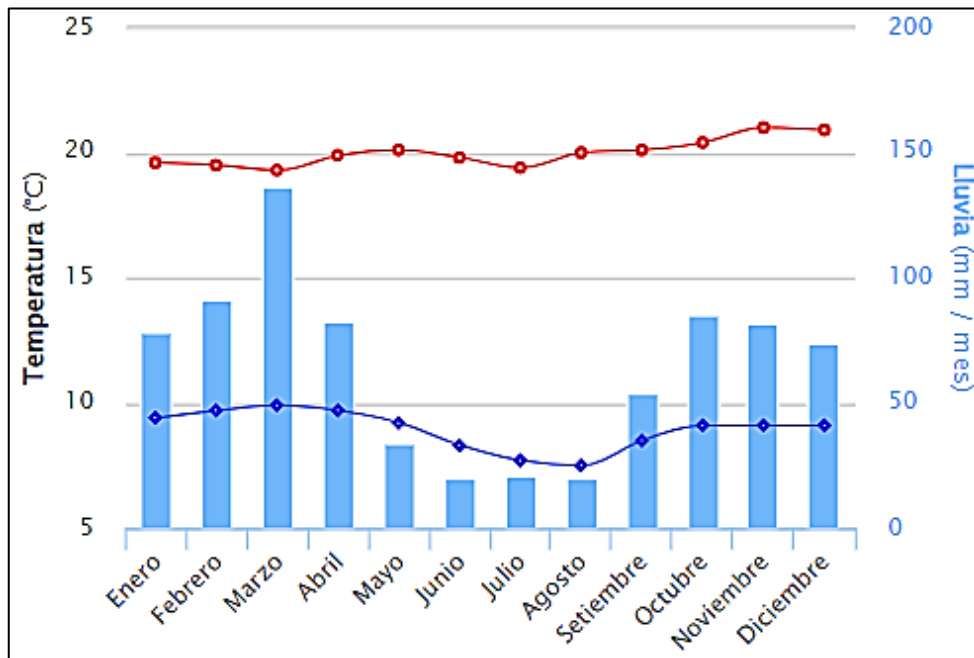
Por el clima en que se encuentra la ciudad de Chachapoyas, se eligió un gradiente térmico de -5 °C.

➤ *Temperatura media de invierno y verano*

Se consideraron los datos estadísticos ofrecidos por el SENAMHI en su página web, que se puede observar en la Figura 1.

Figura 2

Temperatura máxima y mínima promedio en Chachapoyas



Nota. Para Chachapoyas, la temperatura máxima promedio es 20°C y temperatura mínima promedio es 9°C. Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

➤ *Número de días con precipitaciones al año*

De acuerdo a la información estadística del clima de Chachapoyas de la página web *Weather Spark*, el promedio de precipitaciones al año es de 81 días. Dato que fue considerado para diseño del pavimento.

d) Diseño en el software OptiPave 2.0

Con los parámetros establecidos, se cargaron y procesaron el software OptiPave 2.0 y se obtuvo el espesor para el pavimento delgado de concreto.

2.2.2.2. Diseño de pavimento aplicando el método AASHTO93

Asimismo, se diseñó el pavimento rígido por el método AASHTO93 donde al igual que en el método anterior, los datos del estudio de suelos y estudio de tráfico se usaron como parte de los parámetros del diseño del pavimento. Además de estos dos parámetros el método establece los siguientes:

a) Requisitos de diseño

➤ *Periodo de diseño*

El periodo de diseño se tomó de acuerdo a lo definido en el método anterior, con la finalidad de hacer el análisis comparativo.

➤ *Confiabilidad (R%) y desviación estándar (Z_R)*

La confiabilidad se tomó como un factor de seguridad que representa el uso esperado del pavimento a lo largo de su periodo de diseño.

Tabla 11

Confiabilidad recomendada según tipo de camino

Tipo de camino	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

La Av. Aeropuerto clasifica como una vía colectora ubicada en una zona urbana, por lo que se estableció un nivel de confiabilidad del 85%.

Tabla 12*Relación del estándar normal con la confiabilidad*

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar Zr	Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar Zr
50	0,000	93,00	-1,476
60	-0,253	94,00	-1,555
70	-0,524	95,00	-1,645
75	-0,674	96,00	-1,751
80	-0,841	97,00	-1,881
85	-1,037	98,00	-2,054
90	-1,282	99,00	-2,327
91	-1,340	99,90	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Al relacionar el nivel de confiabilidad en la tabla 14, se obtuvo -1,037 como valor de la desviación estándar.

➤ **Error estándar combinado (So)**

Representa el número de ejes que soporta el pavimento hasta que su índice de serviciabilidad final descienda por debajo de este valor.

Tabla 13*Error estándar combinado según tipo de construcción*

Consideración	Error estándar combinado
Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Se tomó las consideraciones para pavimentos rígidos, donde el valor elegido es de 0,35.

➤ **Serviciabilidad (ΔPSI)**

Define la capacidad del pavimento a servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que transitan por la vía y se calculó de la diferencia del entre índice de serviciabilidad

inicial (Po) con el índice de serviciabilidad final (Pt). Para este caso de acuerdo a las recomendaciones de la AASHO Road Test el valor de Po para pavimentos de concreto es 4,5 y respecto a los valores de Pt se contrastó de la siguiente tabla:

Tabla 14

Índice de serviciabilidad final según clasificación de la vía

Clasificación	Pt
Autopistas	3.00
Colectores	2.50
Calles comerciales e industriales	2.25
Calles residenciales y estacionamientos	2.00

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Por la clasificación de la vía, se tomó un de Pt de 2,50.

b) Propiedades de los materiales

➤ *Resistencia del concreto*

La resistencia del concreto se estableció de acuerdo lo recomendado en el manual de suelos y pavimentos del MTC, que se puede apreciar en la siguiente tabla

Tabla 15

Resistencia del concreto recomendado según el tráfico

Tráfico	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (f'c)
$\leq 5 \cdot 10^6 \text{EE}$	280 kg/cm ²
$> 5 \cdot 10^6 \text{EE} \leq 15 \cdot 10^6 \text{EE}$	300 kg/cm ²
$> 15 \cdot 10^6 \text{EE}$	350 kg/cm ²

Nota. Fuente: (MTC, 2013)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de tráfico, la resistencia de tráfico para el pavimento que se asumió es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

➤ *Módulo de elasticidad del concreto (Ec)*

Este valor correlaciona la resistencia del concreto con el módulo de elasticidad y se calculó con la siguiente fórmula:

$$E_c = 57000 \times (f'c)^{0.5} \text{ (psi)} \quad (8)$$

$$E_c = 150000 \times (f'c)^{0.5} \text{ (KPa)} \quad (9)$$

Donde:

E_c : Módulo de elasticidad

$f'c$: Resistencia a la compresión

(AASHTO, 1993)

➤ **Módulo de rotura del concreto ($S'c$)**

Parámetro de mucha relevancia en el diseño de pavimentos, principalmente por los esfuerzos de flexión al que está expuesto. El manual de la AASHTO establece la siguiente fórmula para calcular este parámetro.

$$S'c = 43,5 \times \frac{E_c}{10^6} + 488,5 \quad (10)$$

Donde:

E_c : Módulo de elasticidad (psi)

$S'c$: Módulo de rotura (psi)

(AASHTO, 1993)

➤ **Coefficiente de transferencia de cargas**

Establece la idoneidad de la estructura de pavimento de concreto para distribuir (transferir) las cargas a través de juntas o grietas.

Tabla 16

Coefficiente de transferencia de carga

Tipo de pavimento	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
	Sí	No	Sí	No
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	...	2.3 - 2.9	...

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Se consideró que el pavimento de concreto hidráulico no lleve reforzamiento, por lo que el valor del coeficiente establecido es de 3,1.

➤ *Coeficiente de drenaje*

Este parámetro se obtuvo relacionando la capacidad de las capas que componen al pavimento para filtrar el agua entre sus granos en el del tiempo expuesto a condiciones de humedad cercanos a la saturación.

Tabla 17

Valores del coeficiente de drenaje (Cd) recomendados para el diseño.

Calidad del drenaje	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
		<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	2 horas	1,25	1,20	1,15	1,10
		1,20	1,15	1,10	
Bueno	1 día	1,20	1,15	1,10	1,00
		1,15	1,10	1,00	
Regular	1 semana	1,15	1,10	1,00	0,90
		1,10	1,00	0,90	
Pobre	1 mes	1,10	1,00	0,90	0,80
		1,00	0,90	0,80	
Muy pobre	Nunca	1,00	0,90	0,80	0,70
		0,90	0,80	0,70	

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Para el caso los materiales considerados tienen una calidad de drenaje buena y considerando que por las condiciones de la ciudad durante las precipitaciones estarán expuestos a niveles de saturación mayores al 25%, se optó por un Cd de 1,00.

a) Diseño en el software Microsoft Excel

Obtenidos los parámetros, se armó una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel, donde se fue asumiendo espesores de para la losa de concreto hasta llegar a un equilibrio con la ecuación propuesta por la metodología AASHTO93.

2.2.3. Análisis estructural de pavimentos

2.2.3.1. Modelación en el software EverFE 2.24

El análisis estructural de los pavimentos se realizó en el software de elementos finitos EverFE 2.26, donde se obtuvo las tensiones máximas y deformaciones generadas sobre las losas por efecto de la carga del vehículo de diseño y los efectos de temperatura, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- 1.- Se ingresaron los datos de la geometría de las losas de ambos tipos de pavimentos obtenidas en el proceso de diseño anterior.
- 2.- Seguido de esto se introdujo las propiedades de los materiales que forman parte de la estructura del pavimento (subbase, base y losa de concreto).
- 3.- A continuación, se ingresó las características del camión de diseño considerado para el estudio, que fueron los semi trailer de tipo S2. La data estuvo lo conformó la carga por eje equivalente posterior del camión (eje tándem doble) y las dimensiones del mismo.
- 4.- Así mismo, se consideró la gradiente térmica para los esfuerzos producidos por temperatura.
- 5.- Finalmente se procesaron los datos ingresados y se obtuvo los gráficos a escala de las deformaciones en las losas y las tensiones máximas producidas en estas.

Es necesario aclarar que el análisis se realizó para tres condiciones de carga sobre la losa (centro, borde y esquina). Así mismo el gráfico de tensiones está definido por una escala de colores (azul, celeste, verde, amarillo y rojo), en la que las áreas pigmentadas de rojo representan las tensiones máximas sobre la losa de concreto.

2.2.3.2. Análisis de tensiones por fatiga

Una vez obtenidas las tensiones se procedió a determinar la relación de esfuerzos para ambos pavimentos, de acuerdo al método propuesto por la Portland Cement Association (PCA).

$$SR = \frac{\sigma}{MR} \quad (11)$$

Donde:

- σ : Tensión de la losa
 SR : Relación de esfuerzo
 MR : Módulo de ruptura

(PCA, 1985)

De acuerdo a las funciones de transferencia de (Packard & Tayabji, 1985), son usadas para el cálculo del número de repeticiones de carga permitidas con las ecuaciones.

$$N_f = 10^{11.737-12.077(SR)} \quad \text{para } SR \geq 0.55 \quad (12)$$

$$N_f = \left(\frac{4.2577}{-0.4325*SR} \right)^{3.268} \quad \text{para } 0.45 < SR < 0.55 \quad (13)$$

$$N_f = \text{Sin límite para } SR \leq 0.45 \quad (14)$$

Donde:

- N_f : Número de repeticiones de carga permitidos
 SR : Relación de esfuerzo

(PCA, 1985)

2.2.4. Análisis de costos

En principio se realizó el metrado por partidas a ejecutarse para la construcción de ambos tipos de pavimentos (Anexo 7). Posteriormente, fue necesario realizar una cotización de precios al mes de noviembre del 2022 a precios de mercado incluido IGV de los materiales a utilizarse para la construcción de ambos pavimentos (Anexo 3). Con estos precios se realizó el análisis de costos unitarios de las partidas que representarán los trabajos para la construcción de cada tipo de pavimento en las cuales se incluyen la cuadrilla, equipos y materiales que serán necesarios, con lo que finalmente se obtuvo el presupuesto requerido para la construcción cada pavimento.

2.2.5. Análisis según tiempos de ejecución

El análisis se realizó mediante una programación de obra, que permitió ordenar secuencialmente todas las tareas necesarias para ejecutar la construcción de cada tipo de pavimento considerando su interdependencia y la disponibilidad de los factores de producción. Esto se logró procesando los datos de las partidas definidas en el análisis de costos correspondientes a cada pavimento y de esta manera se obtuvo un cronograma de ejecución de obra para cada tipo de pavimento.

III. RESULTADOS

3.1. Resultado del diseño de pavimentos

3.1.1. Diseño de pavimento por el método TCP en software OptiPave 2.0

A) Parámetros de diseño

Los parámetros definidos para el diseño del pavimento delgado de concreto en esta investigación fueron los siguientes:

Tabla 18

Parámetros de diseño del pavimento TCP

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Requisitos de diseño			
Periodo de diseño	20	años	-
Largo de losa	1,80	m	Recomendado por TCP
Tipo de borde	Vereda	-	-
Barras de transferencia de carga	No	-	-
Dren lateral del pavimento	Si	-	-
Interfaz pavimento - base	Si	-	-
IRI inicial	2,50	m/km	Recomendado por TCP
Porcentaje de losas agrietadas	30	%	Recomendado por TCP
IRI final	3,50	m/km	Recomendado por TCP
Escalonamiento promedio	5	mm	Recomendado por TCP
Confiabilidad	85	%	-
Tráfico			
Ejes Equivalentes	4 984 200	EE	-
Tasa de crecimiento	2,70	%	-
Ubicación media de la rueda	450	mm	-
Desviación estándar del tráfico	250	mm	-
Propiedades del concreto			
Confiabilidad de la mezcla	80	%	Recomendado por TCP
Desviación estandar	0,40	Mpa	Recomendado por TCP
Aumento de resistencia 28-90 días	1,10	-	Recomendado por TCP
Módulo de Poisson	0,15	-	Recomendado por TCP
Módulo de rotura (MR)	4,48	Mpa	-
Módulo de elasticidad (E)	24855.96	Mpa	-
Peso específico del concreto	2 400	kg/m ³	-
Retracción del concreto a 365 días	0,0007	m/m	Recomendado por TCP
Contenido de aire	1,50	-	-

Relación agua-cemento	0,35	-	-
Propiedades del suelo			
CBR	28,72	%	-
Clasificación AASHTO	A-6		-
Número de capas	3	-	-
Módulo resiliente de la base	290.99	Mpa	-
Módulo de Poisson	0,20	-	-
Espesor de capa	0,20	m	-
Módulo resiliente de la sub base	186.75	Mpa	-
Módulo de Poisson	0,20	-	-
Espesor de capa	0,30	m	-
Coef. de fricción pavimento-base	0,65	-	Recomendado por TCP
Porcentaje de finos en la base	8	%	-
Con geotextil	-	-	-
Parámetros de clima			
Húmedo-no heladizo	-	-	-
Gradiente de construcción	-5	°C	-
Temperatura media de invierno	9	°C	-
Temperatura media de verano	20	°C	-
Temperatura de fraguado del concret	35	°C	-
Número de días al año con precipitac	81	días	-

B) Espesor calculado

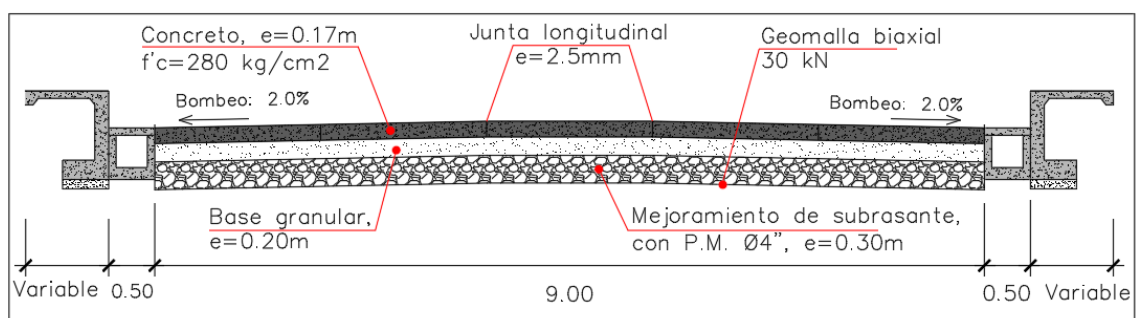
Procesando los parámetros del pavimento TCP en el software OptiPave 2.0 se obtuvo un espesor de 170 mm equivalente a 17 cm.

C) Dimensiones finales

Se presenta la estructura del pavimento que está conformada por la losa de concreto, sub base granular, geotextil y subrasante.

Figura 3

Estructura de pavimento delgado de concreto (TCP)



3.1.2. Diseño de pavimento por el método AASHTO93

A) Parámetros de diseño

Los parámetros definidos para el diseño del pavimento delgado de concreto en esta investigación fueron los siguientes:

Tabla 19

Parámetros de diseño del pavimento AASHTO93

Parámetro	Valor	Unidad
Requisitos de diseño		
Periodo de diseño	20	años
Número de Ejes Equivalentes	4 984 200	EE
Serviciabilidad inicial (pi)	4,50	-
Serviciabilidad final (pt)	2,50	-
Factor de confiabilidad (R)	85	%
Desviación estandar normal (Zr)	-1,036	-
Error estándar combinado (So)	0,35	-
Propiedades de los materiales		
Resistencia a la compresión del concreto f'c	280	kg/cm ²
Resistencia a la compresión del concreto f'c	3 982,54	psi
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3 597 117,86	psi
Módulo de rotura (S'c)	644,97	psi
Módulo de reacción de la subrasante (k)	340	pci
Coefficiente de transferencia de carga (J)	3,10	-
Coefficiente de drenaje (Cd)	1,00	-

B) Espesor calculado

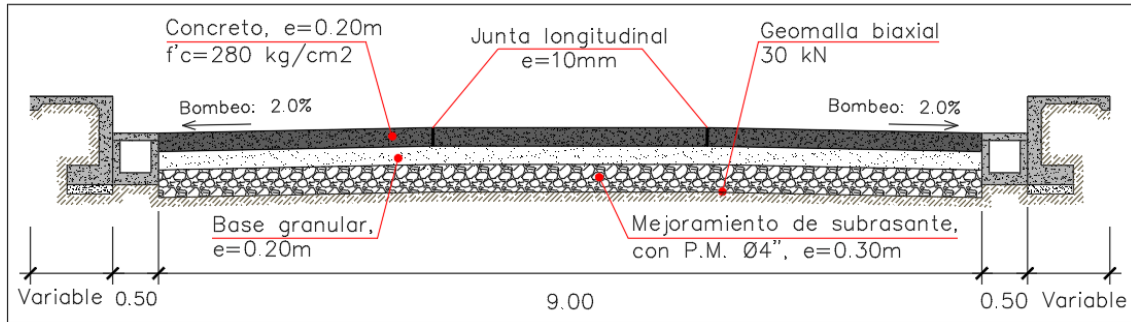
Procesando los parámetros del pavimento AASHTO93 en el software Microsoft Excel se obtuvo un espesor de 20 cm.

D) Dimensiones finales

Se presenta la estructura del pavimento que está conformada por losa de concreto, sub base granular, geotextil y la subrasante.

Figura 4

Estructura de pavimento rígido tradicional (AAHTO93)



3.2. Resultados del análisis estructural de pavimentos

3.2.1. Análisis estructural del pavimento diseñado por TCP

El análisis estructural en el software de elementos finitos EverFE 2.24 se hizo para tres condiciones de carga (centro, borde y esquina) que soportan las losas diseñadas por el método TCP ante la carga producida por el eje posterior del camión de diseño tipo S2.

Tabla 20

Resumen de datos ingresados al software EverFE 2.24

Parámetro	Valor	Unidad
Largo de losa	1,80	m
Ancho de losa	1,80	m
Espesor de losa	0,17	m
Espesor de base granular	0,20	m
Espesor de sub base granular	0,30	m
Abertura de juntas	2,50	mm
Eje de diseño	Eje tándem doble	-
Carga de ejes	353,20	kN

Tabla 21

Esfuerzos máximos sobre losas TCP obtenidos en EverFE 2.24

Condición de carga sobre la losa	Esfuerzos (Mpa)
Centro	0,276
Borde	1,31
Esquina	1,63
Máx.	1,63

Cuando la carga del eje posterior del camión de diseño tipo S2 se posiciona en la esquina de la losa se presenta el máximo esfuerzo de $\sigma_{m\acute{a}x} = 1,63 \text{ Mpa}$, mientras que cuando la carga se ubica en el centro de la losa se presenta el mínimo esfuerzo de $\sigma_{min} = 0,276 \text{ Mpa}$.

3.2.2. Análisis estructural del pavimento diseñado por AASHTO93

El análisis estructural en el software de elementos finitos EverFE 2.24 se hizo para tres condiciones de carga sobre la losa (centro, borde y esquina) que soporta las losas diseñadas por el método AASHTO93 ante la carga producida por el eje posterior del camión de diseño tipo S2.

Tabla 22

Resumen de datos ingresados al software EverFE 2.24

Parámetro	Valor	Unidad
Largo de losa	3,60	m
Ancho de losa	3,00	m
Espesor de losa	0,20	m
Espesor de base granular	0,20	m
Espesor de sub base granular	0,30	m
Abertura de juntas	10,00	mm
Dowel transversal	1	pulg
Barra de amarre longitudinal	3/4	pulg
Eje de diseño	Eje tándem doble	-
Carga de ejes	353,20	kN

Tabla 23

Esfuerzos máximos sobre las AASHTO93 obtenidos en EverFE 2.24

Condición de carga sobre la losa	Esfuerzos (Mpa)
Centro	0,711
Borde	1,01
Esquina	1,66
Máx.	1,66

Cuando la carga del eje posterior del camión de diseño tipo S2 se posiciona en la esquina de la losa se presenta el máximo esfuerzo de $\sigma_{m\acute{a}x} = 1,66 \text{ Mpa}$, mientras que cuando la carga se ubica en el centro de la losa se presenta el mínimo esfuerzo de $\sigma_{min} = 0,711 \text{ Mpa}$.

3.2.3. Análisis por fatiga

Considerando que los máximos esfuerzos obtenidos el pavimento delgado de concreto y el pavimento rígido tradicional son de 1,63 Mpa y 1,66 Mpa, respectivamente, son menores al módulo de rotura del concreto de 4.45 Mpa, se concluye que la capacidad de respuesta de ambas losas de concreto es apropiada. Complementario a ello se realizó el análisis por fatiga propuesto por el método PCA, para lo cual se aplicó la ecuación (11) que relaciona los máximos esfuerzos obtenidos en ambos pavimentos con el módulo de rotura del concreto, con lo que se obtuvo la relación de esfuerzos para cada pavimento.

Tabla 24

Relación de esfuerzos por tipo de pavimento

Relación de esfuerzos (Mpa)	Pavimento TCP	Pavimento AASHTO93
σ/S_c	0,366	0,373

Como para ambos tipos de pavimentos las relaciones de esfuerzos (σ/S_c) son menores a 0.450, se tomó la condición de la ecuación (14), en la cual el número de repeticiones de carga permisibles (N_f) se considera “sin límite” y, por lo tanto, el daño por fatiga para el ESAL y periodo de diseño en ambos pavimentos no genera peligro.

3.3. Resultados del análisis económico

3.3.1. Análisis de económico del pavimento delgado de concreto (TCP)

El presupuesto para el pavimento tipo TCP se elaboró mediante el desarrollo de un análisis de costo unitario en el software RW7.

Figura 5

Presupuesto general del pavimento delgado de concreto en software RW7+

RW7+				
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO				
Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022				
Lugar : REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas				
Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL				
Fecha: 15/11/2022				
PARTIDAS	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01 PAVIMENTO DELGADO DE CONCRETO (TCP)				475 377.54
01.01 TRABAJOS PRELIMINARES				3 617.46
01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1782	2.03	3 617.46
01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS				207 048.80
01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA	M3	1247.4	3.74	4 665.28
01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1247.4	19.13	23 862.76
01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	1782	3.72	6 629.04
01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	M2	1782	50.41	89 830.62
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M	M2	1782	36.41	64 882.62
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAXIAL 30 S 3.95 X 50	M2	1782	9.64	17 178.48
01.03 LOSA DE CONCRETO				264 711.28
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	153.9	95.43	14 686.68
01.03.02 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2	M3	302.94	643.35	194 896.45
01.03.03 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1782	3.91	6 967.62
01.03.04 CORTE DE JUNTAS DE 2.5MM	M	1971	23.32	45 963.72
01.03.05 JUNTAS TRANSVERSALES	M	99	22.19	2 196.81
COSTO DIRECTO				475 377.54

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por CONTRATA en Soles

El cálculo del presupuesto se hizo para la subpartida “Pavimento TCP”, con lo cual se obtuvo un costo directo de S/. 475 377,54; que de acuerdo a la incidencia de mano de obra, materiales y equipos considerados el costo para un metro cuadrado de pavimento delgado de concreto es de S/. 266,77. Los datos de los costos considerados para el análisis de precios unitarios se obtuvieron de los datos presentados en el Anexo 9.

3.3.2. Análisis de económico del pavimento rígido tradicional (AASHTO93)

El presupuesto para el pavimento tipo AASHTO93 se elaboró mediante el desarrollo de un análisis de costo unitario en el software RW7.

Figura 6

Presupuesto general del pavimento rígido tradicional en software RW7+

RW7+

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022

Lugar : REGIÓN: Amazonas, REGIÓN: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas

Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEymi MANUEL

Fecha: 15/11/2022

PARTIDAS	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01 PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL (AASHTO93)				533 340.48
01.01 TRABAJOS PRELIMINARES				3 617.46
01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1782	2.03	3 617.46
01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS				209 086.52
01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA	M3	1336.5	3.74	4 998.51
01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1336.5	19.13	25 567.25
01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	1782	3.72	6 629.04
01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	M2	1782	50.41	89 830.62
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M	M2	1782	36.41	64 882.62
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAxIAL 30 S 3.95 X 50	M2	1782	9.64	17 178.48
01.03 LOSA DE CONCRETO				320 636.50
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	285.12	95.43	27 209.00
01.03.02 BARRAS DE AMARRE LONGITUDINAL CON ACERO CORRUGADO DE	KG	1423.4	6.83	9 721.82
01.03.03 DOWEL TRANSVERSAL CON ACERO LISO DE ϕ 1"	KG	3028.1	9.14	27 676.83
01.03.04 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2	M3	356.4	643.35	229 289.94
01.03.05 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1782	3.91	6 967.62
01.03.06 JUNTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	M	891	22.19	19 771.29
COSTO DIRECTO				533 340.48

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por CONTRATA en Soles

El cálculo del presupuesto se hizo para la subpartida “Pavimento AASHTO93”, con lo cual se obtuvo su costo directo es de S/. 533 340,48; que de acuerdo a la incidencia de mano de obra, materiales y equipos considerados el costo para un metro cuadrado de pavimento rígido tradicional es de S/. 299,29. Los datos de los costos considerados para el análisis de precios unitarios se obtuvieron de los datos presentados en el Anexo 9.

3.3.3. Resumen de resultados

En Tabla 25, se muestran los resultados del análisis económico realizado para el pavimento delgado de concreto (TCP) y el pavimento rígido tradicional (AASHTO93), según condiciones locales de Chachapoyas.

Tabla 25

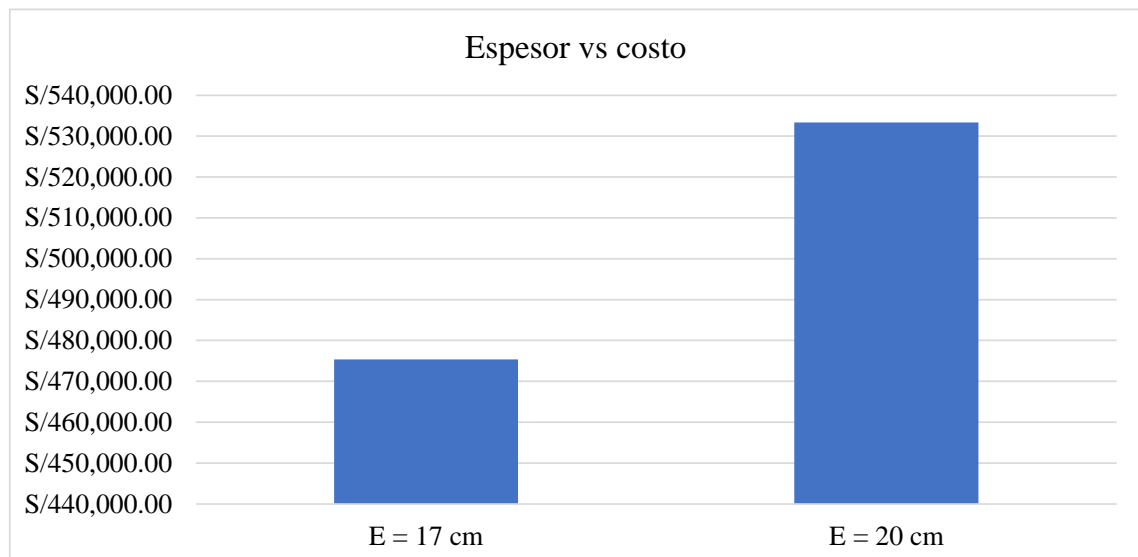
Cuadro comparativo de resultados de ambos tipos de pavimentos rígidos

Tipo de pavimento rígido	Espesor de losa	Costo
TCP	E = 17 cm	s/. 475 377,54
AASHTO93	E = 20 cm	s/. 533 340,48
Diferencia	E = 03 cm	s/. 57 962,94

Como se puede apreciar en la Tabla 25, la diferencia del costo directo entre los pavimentos rígidos en cuestión es de s/. 57 962,94; que por metro cuadrado de construcción representa un total de S/. 32,52, equivalente a un 10,87 % de diferencia porcentual de ahorro a favor del pavimento delgado de concreto (TCP).

Figura 7

Diferencia de costos según el espesor de losa entre ambos pavimentos rígidos



3.4. Resultado del análisis según tiempos de ejecución

3.4.1. Tiempo de ejecución de pavimento TCP

Se realizó el cronograma de la ejecución de obra en base al presupuesto y metrado por partidas del subpresupuesto de pavimento rígido TCP.

Figura 8

Cronograma de la ejecución de obra de pavimento delgado de concreto (TCP)

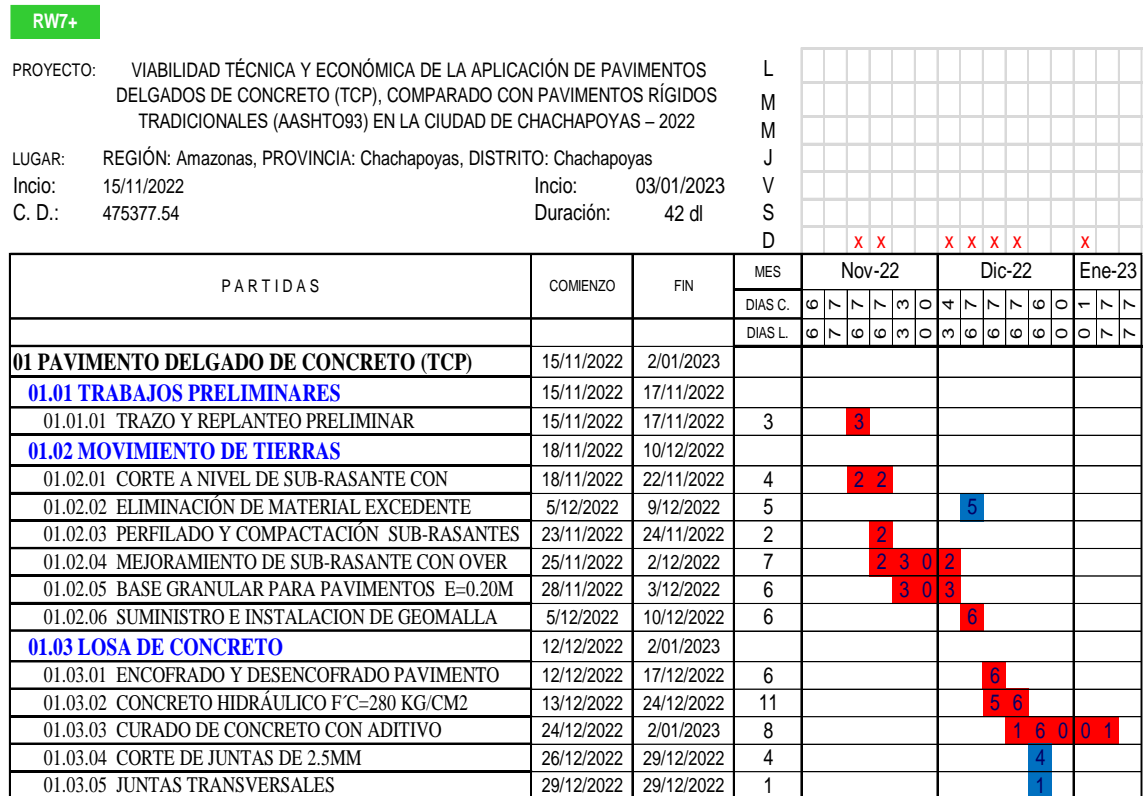
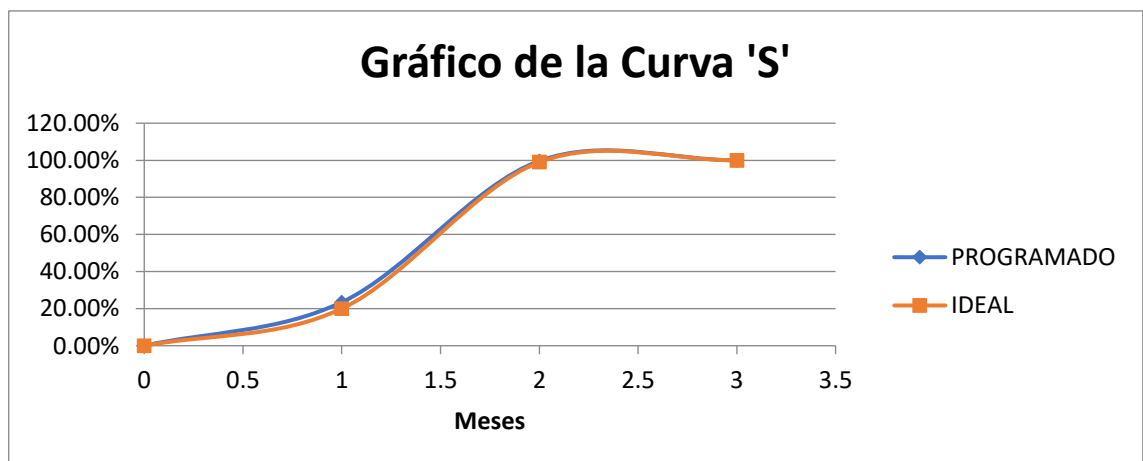


Figura 9

Curva "S" del proyecto de pavimento TCP



3.4.2. Tiempo de ejecución de pavimento AASHTO93

Se realizó el cronograma de la ejecución de obra en base al presupuesto y metrado por partidas del subpresupuesto de pavimento rígido AASHTO93.

Figura 10

Cronograma de ejecución de obra de pavimento rígido tradicional (AASHTO93)

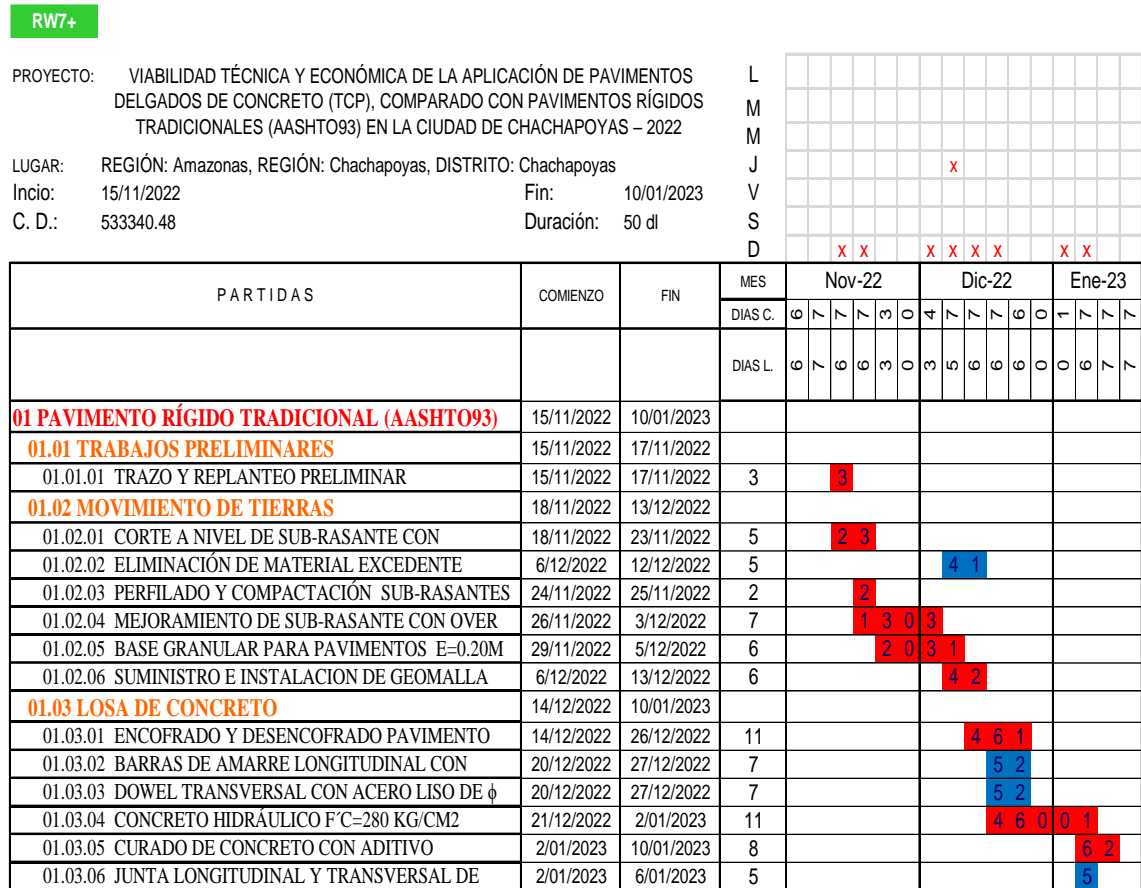
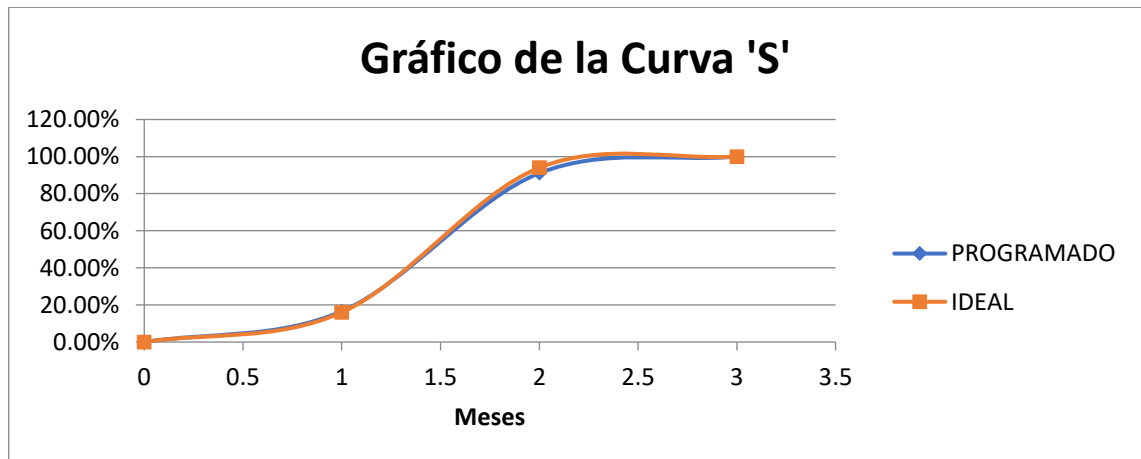


Figura 11

Curva "S" del proyecto del pavimento AASHTO93



3.4.3. Resumen de resultados de tiempos de ejecución

De acuerdo al cronograma de ejecución de obra para ambos tipos de pavimento rígidos tenemos una diferencia de 6 días laborables a favor de los pavimentos delgados de concreto (TCP).

Tabla 26

Cuadro comparativo tiempos de ejecución de ambos pavimentos rígidos

Tipo de pavimento rígido	Duración	Plazo de ejecución
TCP	42 d.l.	50 d.c.
AASHTO93	48 d.l.	57 d.c.
Diferencia	6 d.l.	7 d.c.

IV. DISCUSIÓN

En esta investigación se determinó la viabilidad técnica y económica de la aplicación de pavimentos delgados de concreto (TCP), comparado con pavimentos rígidos tradicionales (AASHTO93) en la ciudad de Chachapoyas; del mismo modo Jorquera (2018), realizó una investigación en Chile con el objetivo de demostrar que el pavimento TCP cumple con los parámetros de diseño y rentabilidad como alternativa de mantenimiento y/o reconstrucción de pavimentos asfálticos, por lo que diseñó y empleó el pavimento TCP en el tramo de estudio, con lo cual se determinó un ahorro del 17,50% en costos de construcción y mediante el análisis de desempeño en el tiempo se determinó que los pavimentos asfálticos son más propensos a agrietamiento. Finalmente, ambas investigaciones concluyen que los pavimentos TCP cumplen los requerimientos técnicos de diseño y es más económico comparado tanto con pavimentos rígidos tradicionales y pavimentos asfálticos, sin embargo, los últimos tienen ventaja en cuanto a tiempos de construcción.

Díaz & Hoyos (2019), en su investigación realizan una comparación entre los pavimentos TCP y pavimentos AASHTO93 en la ciudad de Jaén, con el objetivo de determinar el beneficio técnico y económico de la nueva metodología de diseño de pavimentos rígidos, de lo cual obtienen que los pavimentos TCP para el caso de su investigación presentan un ahorro del 15.04% y el daño por tensiones de alabeo y carga vehicular menor al pavimento AASHTO93. Finalmente, los resultados para ambas investigaciones coinciden en los beneficios que presenta el pavimento delgado de concreto respecto a los pavimentos rígidos tradicionales.

Rodríguez & Viveros (2021), con el objetivo de evaluar la viabilidad de la construcción de pavimentos delgados de concreto en las vías terciarias de la ciudad de Antioquia, realizó una comparación técnica y económica con pavimento convencional de placa huella, para lo cual, realizó un análisis sobre los aspectos técnicos solicitados para el diseño y la construcción de pavimentos en vías rurales, de donde identificó que ambas metodologías de construcción cumplen con los requisitos de construcción, lo cuál concuerda con la presente investigación. Sin embargo, los resultados del análisis de costos de los pavimentos delgados de concreto superan en un 1.10% al de los pavimentos de placa huella, destacando que el precio del primero se vio afectado por servicios de consultoría y por costos de la patente TCP.

V. CONCLUSIONES

- Producto de la optimización de las dimensiones de las losas para una mejor distribución de la carga vehicular y a la combinación de los demás parámetros de diseño considerados en el pavimento delgado de concreto (TCP) se obtuvo una losa de 17 cm de espesor, con dimensiones de 1,80 x 1,80 m; mientras que para el pavimento rígido tradicional (AASHTO93) aplicando todos los parámetros de diseño que establece se obtuvo una losa de 20 cm de espesor, con dimensiones de 3,00 x 3,60 m. Por lo que, el espesor de losa del pavimento delgado de concreto (TCP), para el caso puntual de esta investigación, difiere en 3 cm del pavimento rígido tradicional (AASHTO93), representando un 15 % menos en espesor.
- La máxima tensión sobre la losa del pavimento delgado de concreto (TCP) es de 1,63 Mpa y resulta menor a la que se presenta en el pavimento rígido tradicional (AASHTO93) que es de 1,66 Mpa, las cuales en ambos casos se producen en la esquina de la losa. Así mismo, cuando la carga del camión de diseño se posiciona en el centro de la losa, el pavimento TCP es quien manifiesta menor tensión con 0,276 Mpa ante el pavimento AASHTO93 con 0,711 Mpa, con lo cual se corrobora que la losa del pavimento delgado de concreto tendrá mejor desempeño ante problemas de alabeo. Del mismo modo, la relación de esfuerzos obtenidos para ambos pavimentos por el análisis de fatiga de la Portland Cement Association (PCA) demostró que el daño por fatiga para el ESAL y periodo de diseño considerados en ambos pavimentos no genera peligro.
- De acuerdo a las condiciones específicas de esta investigación, se obtuvo que por metro cuadrado de construcción de pavimentos delgados de concreto (TCP) se logra un ahorro de S/. 32,52 equivalente a un 10,87 % de diferencia porcentual en reducción de costos respecto del pavimento rígido tradicional (AASHTO93), cumpliendo además con los requerimientos mínimos para garantizar confort a los usuarios durante su vida útil.
- La diferencia de tiempo de construcción entre el pavimento delgado de concreto y el pavimento rígido tradicional es de siete (07) días calendarios y evidencia la rentabilidad del pavimento TCP al tener que realizar un menor número de tareas, ocupando menor personal y cantidad de materiales en el proceso constructivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of Highway and Transportation. (1993). *Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos*. http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_102_181_62_936.pdf
- American Concrete Institute. (2017). *Guide for the desing and construction of concrete site paving for industrial and trucking facilities*. ACI 330.2R-17. https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/330.2R-17_preview.pdf
- Binder, C., & Covarrubias, J. P. (2021). Adaptation and calibration of the faulting model for thin concrete pavements. *Proceedings of the 12th International Conference on Concrete Pavements*, 158–162. <https://iccp-portal.com/event/2/contributions/97/>
- Covarrubias, J. P., Del Rio, P., & Binder, C. (2021). 10 years of experience in thin concrete pavements. *Proceedings of the 12th International Conference on Concrete Pavements*, 68. <https://iccp-portal.com/event/2/contributions/72/>
- Cruz, J., & Jurado, D. (2019). Influencia de las fibras de acero en el diseño de concreto para la optimización del espesor en pavimentos de losas cortas (TCP) en la ciudad de Huancavelica. *Universidad Nacional de Huancavelica*, 1–19. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3099>
- Dean, A. (2017). *TCP fiber-reinforced heavy-truck traffic project is first OptiPave project in the U.S.* International Society for Concrete Pavements.
- Díaz, K., & Hoyos, T. (2019). Comparación técnico y económico de pavimentos optimizados (TCP) y pavimentos rígidos (AASHTO 93), de acuerdo con las condiciones locales de Jaén. *Universidad Nacional de Jaén*. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/248>
- Florez, A. S., Morales, W. F., & Rodriguez, Y. (2019). Estudio comparativo de metodología tradicional de diseño de pavimentos versus tecnología TCP (geometría optimizada) para la vía entre las veredas la Carrera Leticia, del municipio de Agua de Dios, Cundinamarca. *Corporación Universitaria Minuto de Dios*, 1–19. <https://hdl.handle.net/10656/7763>
- Hansen, J., & Palmer, B. (2019). *Concrete is becoming the preferred alternative for heavy-duty pavement*. Concrete Construction.

https://www.concreteconstruction.net/how-to/construction/perfect-industrial-pavements_o

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.
- Jorquera, C. (2018). Análisis técnico- económico para la aplicación de pavimentos delgados en losas cortas en la carretera el Cobre de la división el Teniente de Codelco. *Universidad Técnica Federico Santa María*. <https://hdl.handle.net/11673/47822>
- Mendoza, P., & Quispe, E. (2020). Análisis comparativo entre los diseños del método AASHTO93 vs. el método TCP para pavimentos rígidos en el distrito de Curiacaca-Juaja-Junin. *Universidad Peruana Los Andes*. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2947>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- Ramírez, A. (2021). Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93. *Universidad de Piura*. <https://hdl.handle.net/11042/5120>
- Rodríguez, K., & Viveros, S. (2021). Variabilidad técnica y económica de la implementación de pavimentos rígidos con losas cortas en vías terciarias de Antioquía, mediante una comparación con pavimentos de placa huella. *Universidad EIA*. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/4129>
- TCPavements. (2019). *Documentación y guía de diseño OptiPave 2.5*. http://www.tcpavements.cl/docs/descargas/2203040119_Documentacion_Optipave_25.pdf

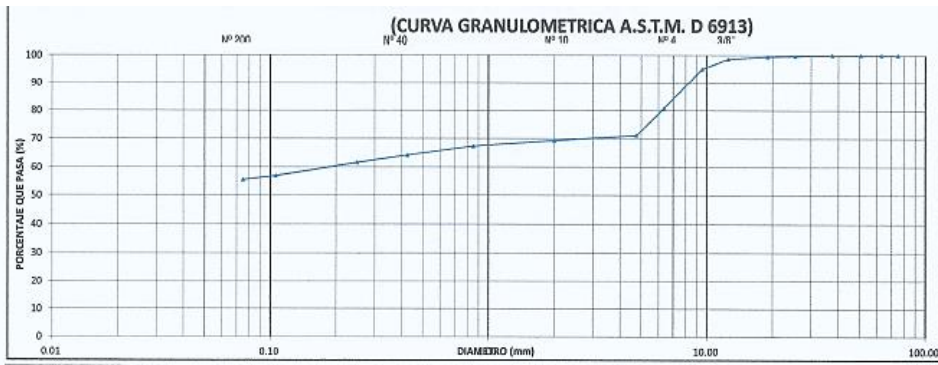
ANEXOS

Anexo 1: Ensayos de laboratorio para el estudio de suelos

 GRUPO PHURA <small>Laboratorio de Suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR				SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	"MABILIDAD TÉCNICA Y ECONOMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022"				JEFE DE CALIDAD	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TEC. LAB :	JUAN CARLOS CHUQUIJANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE:	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE IDENTIFICACION	
CALICATA :	CALICATA N°1	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022	NORMA A.A.S.H.T.O. A - 6

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.A.S.H.T.O. - A.S.T.M D 6913
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204


	TAMIZ		P.RET	P.RET ACUMULADO	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
	FRACCION GRUESA	3"						75.00	0.0	0.0	0.0
2 1/2"		63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
FRACCION FINA		1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCION FINA	25.3	
		1"	25.40	54.0	54.0	0.3	0.3	99.7			
		3/4"	19.00	39.0	89.0	0.2	0.5	99.5			
		1/2"	12.50	158.0	247.0	0.9	1.4	98.6	MUESTRA TOTAL SECA		
		3/8"	9.50	666.0	912.0	3.7	5.1	94.9	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr) ENTRE [x N° 10 Y x N° 200]		109.9
		1/4"	6.35	2503.0	3415.0	14.1	19.2	80.8	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥ N° 4 (gr)		5137.0
		N° 4	4.75	1722.0	5137.0	9.7	28.9	71.10	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		17774.0
	N° 10	2.00	12.6	5455.5	1.8	30.7	69.3	ANALISIS FRACCION GRUESA			
	N° 20	0.85	13.9	5806.8	2.0	32.7	67.3	TOTAL		W G = 5137	
	N° 40	0.43	22.2	6367.8	3.2	35.8	64.2	ANALISIS FRACCION FINA			
N° 50	0.25	17.8	6817.7	2.5	38.4	61.6	TOTAL		W G = 5137		
N° 100	0.106	33.2	7656.8	4.7	43.1	56.9	ANALISIS FRACCION FINA				
N° 200	0.08	10.2	7914.6	1.5	44.5	55.5	% QUE PASA		MALLA N° 4	71.10	
PASA LA N° 200	--	390.10	17774.0	55.5	100.0	55.5	FRACCION SECA		S =	560.0	
TOTAL	390.10		17774.0								



OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARCILLOSO
NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO	MTG E 205 - MTC E 203 - NTP 400.022 - MTC E 201 - ASTM G 128 - AASTHO T84 - ASTM C 128

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
 JUAN CARLOS CHUQUIJANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

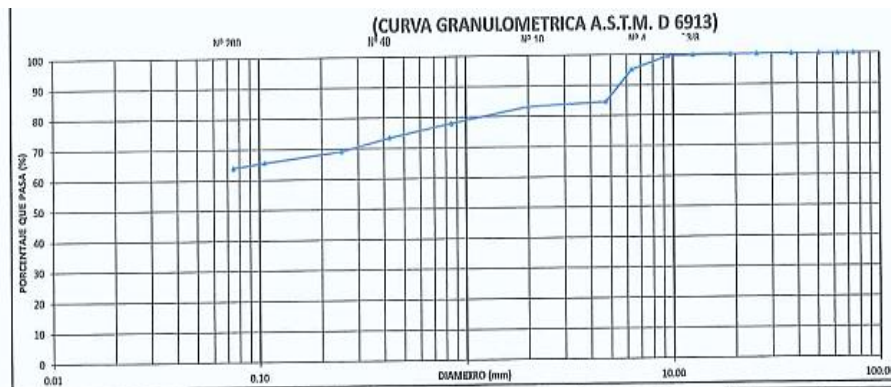
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 218809

 GRUPO PHURA <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.			SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			CODIGO:	PROYECTO DE TESIS
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	VIABILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DE LA APLICACION DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RIGIDOS TRADICIONALES (ASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022			JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.
UBICACION :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			TEC. LAB. :	JUAN CARLOS CHUQUIVANCA FLORES
SOLICITANTE :	JREYMI MARUEL CHAVEZ GIAPPA			ASISTENTE :	CARLOS MONTENEGRO CUEVARRA
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON BASES DE CONVENIO	
CALICATA :	CAUCATAR 2	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022
				CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.A.S.H.T.O.
					A - 6

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.A.S.H.T.O. - A.S.T.M D 6913
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

EL ENSAYO DE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204

FRACCION	TAMIZ		P.RET. PARCIAL	P.RET. ACUMULADO	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA				
	Nº	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C		
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	18727.1			
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0					
	2"	50.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0					
	FRACCION FINA	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCION FINA	25.7		
		1"	25.40	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
		3/4"	19.00	22.6	22.6	0.1	0.1	99.9	MUESTRA TOTAL SECA			
		1/2"	12.50	28.8	48.4	0.2	0.3	99.7	PESO TOTAL MUESTRA SECA (g) ENTRE (50° 10° Y 200°)	121.8		
		3/8"	9.50	28.2	76.6	0.2	0.5	99.5	PESO TOTAL MUESTRA SECA a N° 4 (g)	2353.1		
		1/4"	6.35	405.2	761.8	4.5	5.0	95.0	PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	18225.0		
		N° 4	4.75	1591.3	2353.1	10.5	15.5	84.54	ANALISIS FRACCION GRUESA			
		N° 10	2.00	8.7	2577.1	1.5	16.9	83.1	TOTAL	W G =	2353	
		N° 20	0.85	30.8	3370.0	5.2	22.1	77.9	ANALISIS FRACCION FINA			
N° 40		0.43	28.9	4082.5	4.5	28.7	73.3	% QUE PASA	MALLA N° 4	84.54		
N° 50	0.25	26.4	4716.4	4.3	31.0	69.0	FRACCION SECA	S =	800.0			
N° 100	0.106	20.3	5239.0	3.4	34.4	65.6						
N° 200	0.075	9.7	5480.7	1.6	36.1	63.9						
PASA LA N° 200	--	378.2	15225.0	63.9	100.0							
TOTAL	--		18225.0									




D ₁₀ =	-	D ₃₀ =	-	D ₅₀ =	-
C _u =	-	C _c =	-		

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARCILLOSO
NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO	NYC E 205 - NYC E 203 - NTP 400.022 - NYC E 201 - ASTM C 128 - AASHTO T84 - ASTM C 128

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
 JUAN CARLOS CHUQUIVANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. N° 11111

 GRUPO PHURA <small>Laboratorio de Suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR			SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			CODIGO:	PROYECTO DE TESIS
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	"VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (ASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022"			JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			TECNICO DE LAB :	JIAN CARLOS CHUQUIWANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEYAN MARQUEL CHAVEZ CHAPPA			ASISTENTE DE LAB :	ELMER TATARICO FERNANDEZ
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON TIRES DE CIMENTACION	
CALICATA :	CALICATA N°1	CODIGO MUESTRA :	PROYECTO DE TESIS	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.
MUESTRA :	M-1			FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022
				CLASIFICACION DEL SUELO	A - 6
				NORMA A.A.S.H.T.O.	

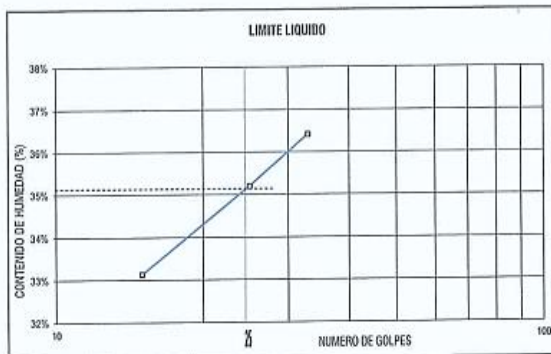
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4310 - A.A.S.H.T.O.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA N°	350	351	352
Wt+ M.Húmeda (gr)	81.80	79.10	88.20
Wt+ M. Seca (gr)	70.90	68.40	74.80
W agua (gr)	10.90	10.70	13.40
W tara (gr)	38.60	38.00	38.00
W M.Seca (gr)	32.90	30.40	36.80
W(%)	33.13%	35.20%	38.41%
N.GOLPES	16	25	33

LIMITE PLASTICO			
TARA N°	353	354	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	44.10	44.70	
Wt+ M. Seca (gr)	43.10	43.70	
W agua (gr)	1.00	1.00	
W tara (gr)	38.00	38.00	
W M.Seca (gr)	5.10	5.70	
W(%)	19.6%	17.5%	18.6%

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C
110°C	
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C
110°C	
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	35.2
LIMITE PLASTICO (%)	18.6
IP (%)	17




UNIPUNTO	
N° GOLPES	FACTOR K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

RESERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE. DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
Jian C.
JIAN CARLOS CHUQUIWANCA FLORES
TECNICO DE LABORATORIO
DNI 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ING. JENNER KIMEL RAMOS DIAZ
REG. N° 10000

 GRUPO PIURA <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PIURA PR		SECTOR :	LABORATORIO	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		CODIGO:	PROYECTO DE TESIS	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (ASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022*			JEFE DE CAJADO :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			TÉCNICO DE LAB :	JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA			ASISTENTE DE LAB :	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO CON FIRES DE CIMENTACIÓN		
CALICATA :	CALICATA #2	CODIGO MUESTRA :	PROYECTO DE TESIS :	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.
MUESTRA :	M-2		FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022	CLASIFICACIÓN DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O.
					A - 6

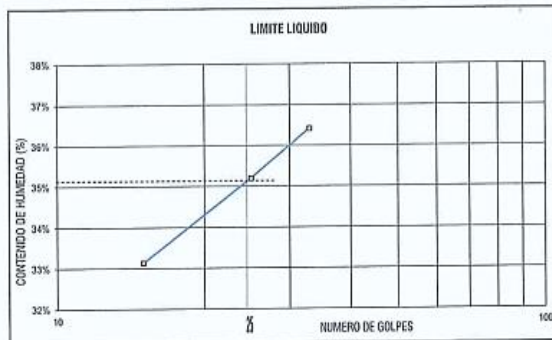
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318 - A.A.S.H.T.O.
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	300	321	322
Wt+ M.Húmeda (gr)	85.60	117.59	85.70
Wt+ M. Seca (gr)	73.40	95.60	72.80
W agua (gr)	12.20	20.99	12.90
W tara (gr)	38.00	38.00	38.00
W M.Seca (gr)	35.40	58.60	34.80
W(%)	34.46%	35.82%	37.07%
N.GOLPES	15	23	33

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60° C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60° C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	323	324	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	46.30	45.90	
Wt+ M. Seca (gr)	44.20	44.70	
W agua (gr)	1.10	1.20	
W tara (gr)	38.00	38.00	
W M.Seca (gr)	6.20	6.70	
W(%)	17.7%	17.9%	17.8%

LIMITE LIQUIDO (%)	36.1
LIMITE PLASTICO (%)	17.8
IP (%)	18




UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

RESERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO PIURA
Juan C.
JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI: 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO PIURA
ESPECIALISTA DE
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO EN
REG. N.º 1005
DIAZ

 GRUPO PHURA Laboratorio de Suelos y Pavimentos	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR				SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS
DATOS DEL PROYECTO					DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	"VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (MASHTOB3) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022"				JEFE DE CALIDAD	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TECNICO DE LAB :	JIMY CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEVMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASIS. DE LAB.:	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
DATOS DEL MUESTREO					CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	CALICATA N°1	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022	NORMA A.A.S.H.T.O. A - 6

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 - A.A.S.H.T.O.
 METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

CALICATA :	CALICATA N°1		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	128.80	116.50	117.20
W (tara + M Seca) gr	110.50	100.80	101.30
W agua (gr)	18.30	15.70	15.90
W tara (gr)	38.00	38.00	38.00
W Muestra Seca (gr)	72.50	62.80	63.30
W(%)	25.24%	25.00%	25.12%
W (%) Promedio :	25.12%		


NORMAS DE REFERENCIA	MTC E 108 ; ASTM D 2216 ; ASTM D 4220-99
-----------------------------	--

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 771

 GRUPO PHURA <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR				SECTOR :	LABORATORIO	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS	
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	"VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (ASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022"				JEFE DE CALIDAD	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.	
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZOMAS				TECNICO DE LAB :	JIAN CARLOS CHUQUIWANCA FLORES	
SOLICITANTE :	JHEYMI MARQUEL CHAVEZ CHAPPA				ASIS. DE LAB.:	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA	
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	CALICATA N°2	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O.	A - 6
MUESTRA :	M - 1			FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022		

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 - A.A.S.H.T.O
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

CALICATA :	CALICATA N°2		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	118.40	113.70	118.30
W (tara + M Seca) gr	103.80	99.50	102.90
W agua (gr)	14.60	14.20	15.40
W tara (gr)	38.00	38.00	38.00
W Muestra Seca (gr)	65.80	61.50	64.90
W(%)	22.19%	23.09%	23.73%
W (%) Promedio :	23.00%		


NORMAS DE REFERENCIA	MYC E 108 ; ASTM D 2216 ; ASTM D 4220-89
-----------------------------	---

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

JIAN CARLOS CHUQUIWANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI 77648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.

 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 11111

 GRUPO PHURA Laboratorio de suelos y Pavimentos	GRUPO PHURA LABORATIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO
				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS	
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO :	VIABILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DE LA APLICACION DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RIGIDOS TRADICIONALES (ASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022				JEFE DE CALIDAD:	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACION :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TECNICO DE LAB :	JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB:	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
DATOS DEL MUESTREO						
CALICATA :	CALICATA N°1	CODIGO MUESTRA	PROYECTO DE TESIS	FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022	CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION
MUESTRA :	M - 1					CLASIFICACION DEL SUELO AASHTO A - 6

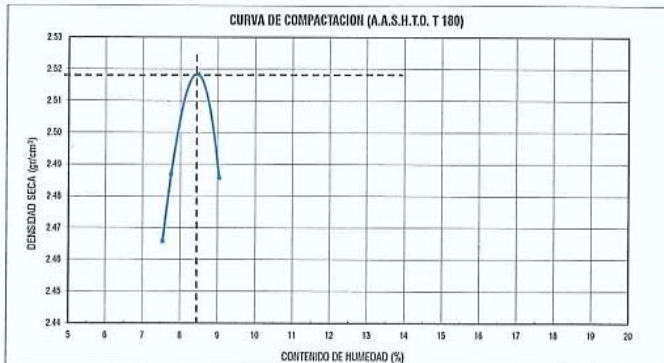
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m³) - A.A.S.T.H.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180

Energía de Compactación: 2700 kN-m/m³

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5	5		5		5		5
N° de Golpes por Capa	56	56		56		56		56	
Peso Húmedo + Molde (gr)	13933.00	14058.00		13993.00		14103.00		14103.00	
Peso Molde (gr)	8301.00	8301.00		8301.00		8301.00		8301.00	
Peso Húmedo (gr)	5632.00	5757.00		5692.00		5802.00		5802.00	
Volumen del Molde (cm ³)	2124.00	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.65	2.71		2.60		2.73		2.73	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	133.20	127.32	127.40	142.90	124.40	134.09	125.30	122.39
Peso Seco + Tara (gr)	126.20	121.37	120.30	133.04	118.70	125.02	119.37	114.96	
Peso Agua (gr)	7.00	5.95	7.10	9.06	5.70	8.27	5.93	7.43	
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	
Peso Muestra Seca (gr)	88.20	81.37	82.30	95.04	80.70	97.82	81.37	76.96	
Contenido de Humedad (%)	7.94	7.14	8.63	9.45	7.06	8.45	7.29	9.65	
C. Humedad (%) promedio	7.54		9.04		7.76		8.47		
DENSIDAD SECA (cm ³)	2.47		2.49		2.49		2.52		



DENSIDAD SECA MAXIMA: 2.519 gr/cm³

C. HUMEDAD OPTIMO: 8.42%

D. SECA MAXIMA CORREG: -

C. HUMEDAD OPTIMO CORREG: -

METODO DE ENSAYO: "A"

DIAMETRO DE MOLDE: 4"

CONDICION DE SECADO: HORNO 110 °C

USO: EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N° 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:


ELCUIO	REVISO	Vo. Bo.	APROBO QC-QA

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micerela Bastidas #224 Tel: 973896022-996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

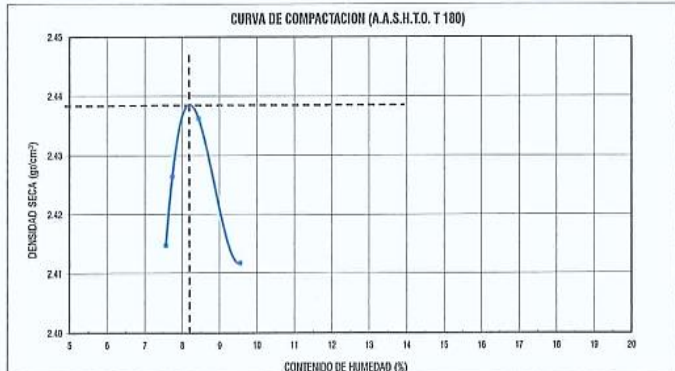
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

 GRUPO PHURA Laboratorio de suelos y Pavimentos	GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR : LABORATORIO	LABORATORIO	
				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS		
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL			
PROYECTO :	VIABILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DE LA APLICACION DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RIGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022*				JEFE DE CALIDAD:	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ	
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TECNICO DE LAB :	JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES	
SOLICITANTE :	JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB:	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA	
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION			
CALICATA :	CALICATA N°2	CODIGO MUESTRA	PROYECTO DE TESIS	FECHA :	SETIEMBRE - 2022	CLASIFICACION DEL SUELO	A - 6
MUESTRA:	M - 1					AASHTO	

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m³) - A.A.S.T.H.O. T 180
 METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 Energía de Compactación: 2700 kN-m/m³

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5	5		5		5		5
N° de Golpes por Capa	56	56		56		56		56	
Peso Húmedo + Molde (gr)	13018.00	13912.00		13053.00		13913.00		13913.00	
Peso Molde (gr)	8301.00	8301.00		8301.00		8301.00		8301.00	
Peso Húmedo (gr)	5517.00	5611.00		5552.00		5612.00		5612.00	
Volumen del Molde (cm ³)	2124.00	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.60	2.64		2.61		2.64		2.64	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	140.70	127.32	140.10	142.00	141.00	131.09	149.20	122.39
Peso Seco + Tara (gr)	133.10	121.37	140.50	133.04	135.10	125.02	139.60	114.96	
Peso Agua (gr)	7.60	5.95	7.60	9.06	6.80	8.27	9.60	7.43	
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	
Peso Muestra Seca (gr)	95.10	83.37	102.50	95.04	97.10	97.02	101.60	76.96	
Contenido de Humedad (%)	7.99	7.14	7.41	9.45	7.00	8.45	9.45	9.65	
C. Humedad (%) promedio	7.56		8.43		7.73		9.55		
DENSIDAD SECA (cm ³)	2.41		2.41		2.43		2.41		



DENSIDAD SECA MAXIMA:	2.430 gr/cm ³
C. HUMEDAD OPTIMO:	8.20%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG:	-
METODO DE ENSAYO:	"A"
DIAMETRO DE MOLDE:	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO:	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N° 4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.


OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Va. De.	APROBADO QC-QA

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Sede Central Chachapoyas - Irón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224 Tel: 973896022 - 996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 GRUPO P.R.
 JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 GRUPO P.R.
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. 101

	GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO
				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS	
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022*				JEFE DE CALIDAD:	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TECNICO DE LAB:	JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB:	CARLOS MONTENEGRO GUEWARA
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA :	CALICATA N°1	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS	FECHA :	0,00 m. A 1,50 m. SEPTIEMBRE - 2022	CLASIFICACION DEL SUELO AASHTO
MUESTRA:	M - 1					A - 6

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)
A.S.T.M. D 1883

COMPACTACION C B R									
NUMERO MOLDE	1			2			3		
Altura Molde (mm)	116.4			116.4			116.4		
N° Capas	5			5			5		
N°Etapas x Capa	12			26			55		
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES
P. Húmedo + Molde (gr)	12411.0		12610.0	12490.0		12594.0	12515.5		12702.0
Peso Molde (gr)	8301.0		8301.0	8306.0		8306.0	8301.0		8301.0
Peso Húmedo (gr)	4110.0		4309.0	4184.0		4388.0	4214.5		4401.0
Volumen del Molde (cm³)	2124.00		2124.00	2123.40		2123.40	2123.40		2123.40
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.935		2.029	1.970		2.066	1.985		2.073
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	130.10	143.20	120.10	119.10	131.47	123.20	123.40	130.10	110.10
Peso Saco + Tara (gr)	107.80	119.19	101.70	101.70	112.01	106.90	103.80	108.55	94.07
Peso Agua (gr)	22.30	24.01	18.40	17.40	19.46	16.30	19.60	20.55	16.03
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
P. Muestra Seca (gr)	69.80	81.19	63.70	63.70	74.01	67.90	65.80	71.55	56.07
Contenido de Humedad (%)	31.95%	29.57%	28.86%	27.32%	25.29%	28.42%	29.79%	28.72%	28.59%
S. Humedad Promedio (%)	30.76%		28.89%	26.80%		28.42%	29.25%		28.59%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.469		1.574	1.554		1.609	1.536		1.612


ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
(Hrs)	(Días)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)
		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.090	2.285	1.96	0.070	1.778	1.53	0.040	1.016	0.87
48	2	0.120	3.048	2.82	0.100	2.540	2.18	0.060	1.524	1.31
72	3	0.150	3.610	3.27	0.130	3.302	2.84	0.110	2.794	2.40
96	4	0.190	4.826	4.15	0.170	4.318	3.71	0.150	3.610	3.27

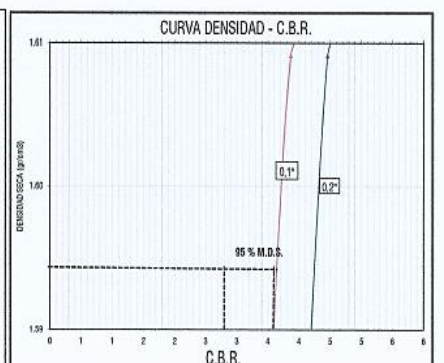
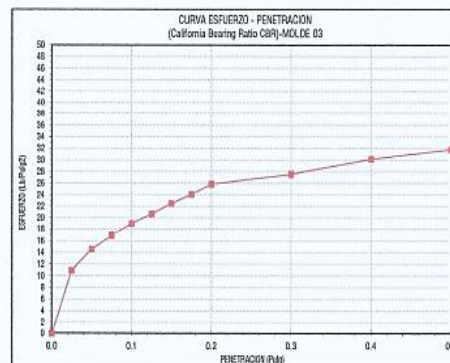
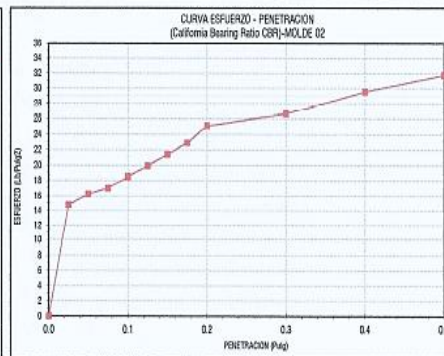
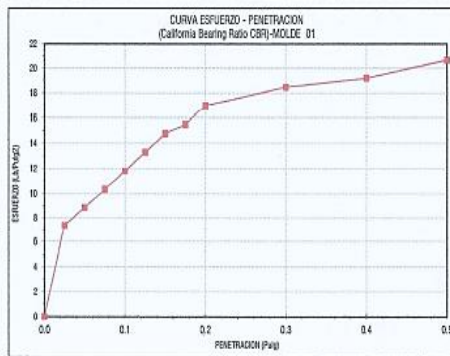
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(psig)	CARGA Kg	ESFUERZO		CARGA Kg	ESFUERZO		CARGA Kg	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/in²)		(kg/cm²)	(lb/in²)		(kg/cm²)	(lb/in²)
0.03	0.030	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	10.00	0.52	7.38	20.00	1.03	14.77	14.80	0.76	10.93
1.27	0.050	12.00	0.62	8.66	22.00	1.14	16.24	19.70	1.02	14.54
1.91	0.075	14.00	0.72	10.34	23.00	1.19	16.96	22.90	1.18	16.91
2.54	0.100	16.00	0.83	11.81	25.00	1.29	18.46	25.70	1.33	18.97
3.18	0.125	18.00	0.93	13.29	27.00	1.40	19.93	28.00	1.45	20.67
3.81	0.150	20.00	1.03	14.77	29.00	1.50	21.41	30.40	1.57	22.44
4.45	0.175	21.00	1.09	15.50	31.00	1.60	22.89	32.00	1.68	24.07
5.09	0.200	23.00	1.19	16.98	34.00	1.75	25.10	35.00	1.81	25.84
7.62	0.300	25.00	1.29	18.46	35.00	1.85	26.58	37.00	1.93	27.54
10.16	0.400	26.00	1.34	19.20	40.00	2.07	29.53	40.00	2.11	30.12
12.70	0.500	28.00	1.45	20.67	43.00	2.22	31.75	43.00	2.22	31.79

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224 Tel: 973896022-996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP: 218809

 GRUPO PHURA Laboratorio de suelos y Pavimentos	GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS			OFICINA DE GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			SECTOR : LABORATORIO	PROYECTO DE TESIS
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TOP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (ASHTO09) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022				JEFE DE CALIDAD: ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.	
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TÉCNICO DE LAB : JUAN CARLOS CHUQUIUANCA F.	
SOLICITANTE : JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB : CARLOS MONTENEGRO GUEVARA	
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FUNDACIÓN	
CALICATA : CALICATA N°1 M-1	CODIGO MUESTRA:	PROYECTO DE TESIS:	FECHA : SEPTIEMBRE - 2022	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	A - 6
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.) A.S.T.M. D 1883					



(*) Valores Correctos

MOLDE	FUNDACION	PRESION APLICADA	PRESION PATRON	C.B.R.	DENSIDAD SECA
N°	(mm)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	%	(g/cm³)
MOLDE 01	0.1	40.10	1000	4.01	1.67
MOLDE 02	0.1	44.62	1000	4.46	1.61
MOLDE 03	0.1	48.10	1000	4.81	1.61
MOLDE	FUNDACION	PRESION APLICADA	PRESION PATRON	C.B.R.	DENSIDAD SECA
N°	(mm)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	%	(g/cm³)
MOLDE 01	0.2	51.10	1500	3.41	1.57
MOLDE 02	0.2	56.01	1500	3.67	1.61
MOLDE 03	0.2	60.73	1500	4.33	1.61


ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.T.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³)	3.44	C.B.R. Para el 96% de la M.D.S. (0.1)	4.00%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	8.28	C.B.R. Para el 96% de la M.D.S. (0.2)	4.12%

OBSERVACIONES: PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224 Tel: 973896022 - 996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.H.
 JUAN CARLOS CHUQUIUANCA FLORES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.H.
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTO
 JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 218809

	GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO
DATOS DEL PROYECTO				CODIGO:	PROYECTO DE TESIS	DATOS DEL PERSONAL
PROYECTO :	VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022*				JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TECNICO DE LAB. :	JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
SOLICITANTE :	JHEYMI MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB. :	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION		
CALICATA :	CALICATA N°2	PROYECTO DE TESIS	FECHA :	0.00 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO	A - 6
MUESTRA:	M - 1	CODIGO MUESTRA:	SEPTIEMBRE - 2022		AASHTO	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.)
A.S.T.M. D 1883

COMPACTACION C B R						
NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	116.4		116.4		116.4	
N° Capas	5		5		5	
N° Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAQUAR		DESPUES		ANTES DE EMPAQUAR	
P. Húmedo + Molde (gr)	12418.0	12605.0	12489.0	12650.0	12506.4	12701.0
Peso Molde (gr)	8301.0	8301.0	8301.0	8301.0	8301.0	8301.0
Peso Húmedo (gr)	4117.0	4304.0	4188.0	4358.0	4205.4	4400.0
Volumen del Molde (cm³)	2124.00	2124.00	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.938	2.026	1.972	2.052	1.981	2.072
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Número de Ensayo	1	2	3	1	2	3
P. Húmedo + Tara (gr)	137.05	133.42	132.85	132.55	131.47	123.19
Peso Seco + Tara (gr)	124.22	121.19	113.99	119.99	120.01	107.09
Peso Agua (gr)	12.83	12.23	18.86	12.56	11.46	16.10
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
P. Muestra Seca (gr)	86.22	83.19	75.99	81.99	82.01	69.09
Contenido de Humedad (%)	14.88%	14.70%	24.82%	15.32%	13.97%	23.30%
C. Humedad Promedio (%)	14.79%		24.82%	14.65%		23.30%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.689		1.623	1.729		1.664

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
(hrs)	(Días)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)	LECTURA		HINCHAMIENTO (%)
		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.070	1.778	1.53	0.060	1.524	1.31	0.020	0.508	0.44
48	2	0.090	2.266	1.96	0.090	2.288	1.96	0.050	1.270	1.09
72	3	0.130	3.302	2.84	0.110	2.794	2.40	0.090	2.268	1.96
96	4	0.180	4.572	3.93	0.170	4.318	3.71	0.130	3.302	2.84

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(N/g)	CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO		CARGA Kg.	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)		(kg/cm²)	(lb/inch²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.025	10.00	0.52	7.35	20.00	1.03	14.77	32.00	1.65	23.82
1.27	0.050	12.00	0.62	8.85	22.00	1.14	16.24	40.00	2.07	29.53
1.91	0.075	14.00	0.72	10.34	23.00	1.19	16.98	43.00	2.22	31.75
2.54	0.100	16.00	0.83	11.61	25.00	1.29	18.46	45.00	2.33	33.22
3.18	0.125	18.00	0.93	13.29	27.00	1.40	19.93	47.00	2.43	34.70
3.81	0.150	20.00	1.03	14.77	29.00	1.50	21.41	49.00	2.53	36.18
4.45	0.175	21.00	1.09	15.80	31.00	1.60	22.89	51.00	2.71	38.10
5.08	0.200	23.00	1.19	16.98	34.00	1.70	25.10	61.00	2.79	39.87
7.62	0.300	29.00	1.29	18.46	36.00	1.80	26.58	67.00	2.95	42.06
10.16	0.400	35.00	1.34	19.20	40.00	2.07	29.53	65.00	3.00	42.82
12.70	0.500	38.00	1.45	20.67	43.00	2.22	31.75	62.00	3.20	45.77

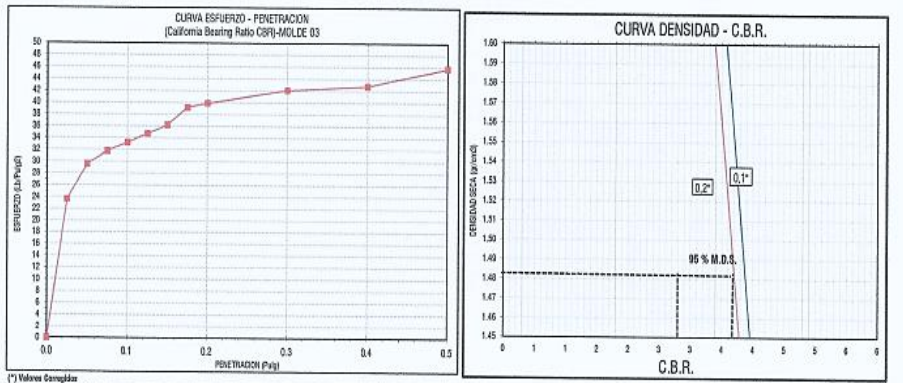
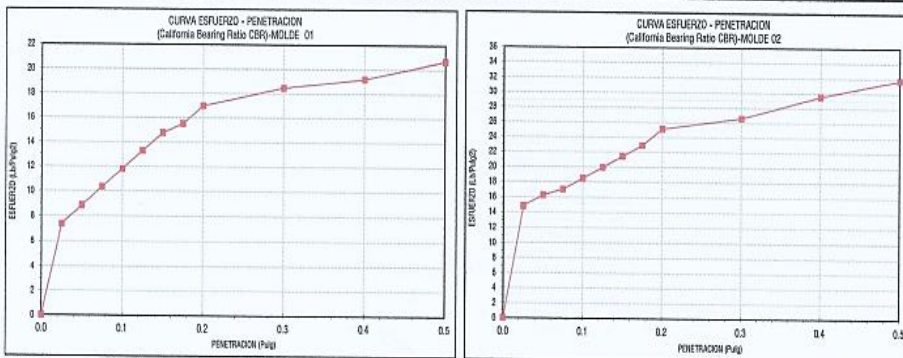
Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDICOP). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Sede Central Chachapoyas - Jrón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224 Tel: 973896022-996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNL 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CP: 218809

	GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO	
				CODIGO :	PROYECTO DE TESIS		
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADOS CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (ASHTOS) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022*				JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ	
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS				TÉCNICO DE LAB. :	JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA F.	
SOLICITANTE :	JHEVY MANUEL CHAVEZ CHAPPA				ASISTENTE DE LAB. :	CARLOS MONTEGREGO GUEVARA	
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	
CALICATA :	CALICATA N°2	CODIGO MUESTRA :	PROYECTO DE TESIS	FECHA :	SEPTIEMBRE - 2022	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	A - 6
MUESTRA :	M - 1					ASHTO	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE EN MUESTRAS COMPACTADAS DE SUELOS EN LABORATORIO (C.B.R.) A.S.T.M. D 1883



(*) Valores corregidos

MOLDE	PENETRACION	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/inch ²)	PRESION PATRON (lb/inch ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.1	29.90	1000	2.99	1.62
MOLDE 02	0.1	30.66	1000	3.07	1.66
MOLDE 03	0.1	42.77	1000	4.28	1.32

MOLDE	PENETRACION	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/inch ²)	PRESION PATRON (lb/inch ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
MOLDE 01	0.2	35.29	1500	2.35	1.62
MOLDE 02	0.2	47.01	1500	3.13	1.66
MOLDE 03	0.2	61.73	1500	4.12	1.30

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (A.S.Y.M. D 1557)		VALOR C.B.R. (A.S.Y.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm ³) :	2.44	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.1") =	4.11%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	6.28	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.2") =	4.26%

OBSERVACIONES: PERIODO DE SUMERGIDO: 04 DIAS

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #2215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224 Tel: 973896022-996923590

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
Juan Carlos Chuquiwanca Flores
JUAN CARLOS CHUQUIHUANCA FLORES
TÉCNICO DE LABORATORIO
DNI. 72648453

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
GRUPO P.R.
Jenner Kimbel Ramos Diaz
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 218866

MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se empleará una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para el diseño.

* Fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Si CBR} < 10\%: & \quad K_{sr} = 2.55 + 52.5 * \text{Log CBR} \\ \text{Si CBR} > 10\%: & \quad K_{sr} = 46 + 9.08 * (\text{log CBR})^{4.34} \end{aligned}$$

* Datos de los materiales:

$$\begin{aligned} \text{Sub rasante CBR}(\%): & \quad 4.20 \\ \text{Sub base CBR}(\%): & \quad 40.00 \end{aligned}$$

* Entonces:

$$\begin{aligned} K_{sr}: & \quad 35.27 \text{ Mpa} \\ K_{sb}: & \quad 116.21 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Se realizará el mejoramiento de suelos, se incrementa el factor K de reacción de la sub rasante.

* K combinado: $(1 + (h/38)^2 * (K_{sb}/K_{sr})^{2/3})^{0.5} * K_{sr}$

Donde:

$$\begin{aligned} K_{sr} = K \text{ de la subrasante (Mpa/m)}: & \quad 35.27 \text{ Mpa} \\ K_{sb} = K \text{ de la sub base (Mpa/m)}: & \quad 116.21 \text{ Mpa} \\ h = \text{espesor de la capa de sub base en cm}: & \quad 20.00 \text{ Cm} \\ \text{Pulgadas} = & \quad 10 \end{aligned}$$

$$K \text{ combinado} = 44.80 \text{ Mpa}$$

* Entonces:

$$\begin{aligned} \text{CBR}(\%): & \quad 6.38 \text{ Mpa} \\ K_{sb}: & \quad 49.54 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Al colocar la sub base granular se incrementa el CBR total de la estructura del Pavimento.

* Datos de los materiales:

$$\begin{aligned} \text{CBR Sub Base}: & \quad 80.00 \\ K \text{ Sub Base}: & \quad 194.23 \end{aligned}$$

* K combinado: $(1 + (h/38)^2 * (K_{sb}/K_{sr})^{2/3})^{0.5} * K_{sr}$

Donde:

$$\begin{aligned} K_{sr} = K \text{ de la subrasante (Mpa/m)}: & \quad 49.54 \text{ Mpa} \\ K_{sb} = K \text{ de la sub base (Mpa/m)}: & \quad 194.23 \text{ Mpa} \\ h = \text{espesor de la capa de sub base en cm}: & \quad 30.00 \text{ Cm} \\ \text{Pulgadas} = & \quad 10 \end{aligned}$$

$$K \text{ combinado} = 79.10 \text{ Mpa}$$

* Entonces:

$$\begin{aligned} \text{CBR total}(\%): & \quad 28.72 \% \\ K \text{ final}: & \quad 92.66 \text{ Mpa} \end{aligned}$$



Anexo 2: Cuento vehicular para el estudio de tráfico















ESTUDIO DE TRÁFICO																
1. CONTEO VEHICULAR																
LUGAR		AV. AEROPUERTO									DÍA		LUNES			
ESTACIÓN		AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4									FECHA		22/08/2019			
TESISTA		CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL									SENTIDO		E S			
HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
	PERIODO 1 HORA	INICIO	SENTIDO			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2		
1	07:00	E	61	5	10	1	12	2	-	-	-	-	-	-	91	215
	08:00	S	87	13	14	1	4	5	-	-	-	-	-	-	124	
2	08:00	E	89	9	10	2	9	9	1	-	1	-	-	-	130	265
	09:00	S	84	14	17	1	7	12	-	-	-	-	-	-	135	
3	09:00	E	65	4	8	1	5	6	-	-	-	-	-	-	89	167
	10:00	S	56	5	4	2	6	4	1	-	-	-	-	-	78	
4	10:00	E	55	7	10	1	4	7	-	-	-	-	-	-	84	179
	11:00	S	62	4	7	-	10	10	-	1	1	-	-	-	95	
5	11:00	E	68	5	20	2	4	6	-	-	-	-	-	-	105	213
	12:00	S	74	8	11	1	7	7	-	-	-	-	-	-	108	
6	12:00	E	87	6	10	-	12	9	1	-	-	-	-	-	125	240
	13:00	S	72	5	24	3	3	8	-	-	-	-	-	-	115	
7	13:00	E	115	13	21	3	6	3	-	-	-	-	-	-	161	283
	14:00	S	96	7	10	-	4	5	-	-	-	-	-	-	122	
8	14:00	E	40	14	15	-	13	6	-	-	-	-	-	-	88	199
	15:00	S	62	10	26	1	10	1	1	-	-	-	-	-	111	
9	15:00	E	57	8	14	1	8	10	-	1	-	-	-	-	99	212
	16:00	S	65	6	22	2	6	12	-	-	-	-	-	-	113	
10	16:00	E	71	10	12	-	4	1	-	-	-	-	-	-	98	187
	17:00	S	55	7	18	-	3	6	-	-	-	-	-	-	89	
11	17:00	E	59	12	10	-	2	5	-	-	-	-	-	-	88	214
	18:00	S	78	16	21	2	7	1	-	1	-	-	-	-	126	
12	18:00	E	101	6	17	2	6	8	-	-	-	-	-	-	140	287
	19:00	S	112	6	21	1	4	3	-	-	-	-	-	-	147	
TOTAL			1771	200	352	27	156	146	4	3	2	0	0	0	2661	2661

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

DÍA : MARTES
 FECHA : 23/08/2019
 SENTIDO : E   S













HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA																
1	07:00	E	102	7	13	1	4	4	-	-	1	-	-	1	133	298
	08:00	S	116	19	15	3	6	6	-	-	-	-	-	-	165	
2	08:00	E	111	8	10	2	11	5	1	-	-	-	-	-	148	322
	09:00	S	130	13	14	1	7	8	-	-	1	-	-	-	174	
3	09:00	E	55	6	10	-	11	7	-	1	-	-	-	-	90	180
	10:00	S	62	5	9	1	7	5	1	-	-	-	-	-	90	
4	10:00	E	68	7	10	-	10	10	-	-	-	-	-	-	105	202
	11:00	S	66	4	7	-	8	12	-	-	-	-	-	-	97	
5	11:00	E	60	5	19	1	2	9	-	-	-	-	-	-	96	186
	12:00	S	50	7	10	1	11	11	-	-	-	-	-	-	90	
6	12:00	E	89	9	11	-	13	5	-	-	-	-	-	-	127	231
	13:00	S	68	6	22	2	3	3	-	-	-	-	-	-	104	
7	13:00	E	122	15	23	2	7	2	-	1	-	-	-	-	172	322
	14:00	S	118	10	12	2	4	4	-	-	-	-	-	-	150	
8	14:00	E	52	5	6	-	12	10	1	-	-	-	-	-	86	198
	15:00	S	70	7	18	-	8	9	-	-	-	-	-	-	112	
9	15:00	E	76	13	10	2	4	2	-	-	-	-	-	-	107	229
	16:00	S	88	12	9	2	7	3	-	1	-	-	-	-	122	
10	16:00	E	77	5	7	-	2	6	1	-	-	-	-	-	98	194
	17:00	S	59	9	12	-	9	5	1	1	-	-	-	-	96	
11	17:00	E	74	7	8	2	5	5	-	-	-	-	-	-	101	214
	18:00	S	80	11	12	1	6	3	-	-	-	-	-	-	113	
12	18:00	E	115	14	16	3	6	4	2	-	-	-	-	-	160	319
	19:00	S	107	16	21	1	7	7	-	-	-	-	-	-	159	
TOTAL			2015	220	304	27	170	145	7	4	2	0	0	1	2895	2895

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL



DÍA : MIÉRCOLES
 FECHA : 24/08/2019
 SENTIDO : E → ← S













HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA	INICIO	SENTIDO														
1	07:00	E	95	10	9	2	10	5	-	-	-	-	-	-	131	291
	08:00	S	116	11	14	1	8	7	1	1	-	-	-	1	160	
2	08:00	E	113	7	10	-	9	6	-	-	-	-	-	-	145	308
	09:00	S	130	10	12	1	7	3	-	-	-	-	-	-	163	
3	09:00	E	50	3	11	1	7	12	1	-	-	-	-	-	85	178
	10:00	S	58	5	8	1	12	8	1	-	-	-	-	-	93	
4	10:00	E	72	6	10	-	3	9	-	-	-	-	-	-	100	194
	11:00	S	51	5	18	-	10	8	2	-	-	-	-	-	94	
5	11:00	E	50	10	15	2	4	4	-	-	-	-	-	-	85	180
	12:00	S	55	9	13	1	7	10	-	-	-	-	-	-	95	
6	12:00	E	79	7	11	-	12	6	-	-	1	-	-	-	116	215
	13:00	S	62	5	19	1	3	9	-	-	-	-	-	-	99	
7	13:00	E	130	15	21	-	5	4	-	-	-	-	-	-	175	320
	14:00	S	112	10	15	-	5	3	-	-	-	-	-	-	145	
8	14:00	E	59	12	15	2	4	5	-	-	-	-	-	-	97	205
	15:00	S	71	14	13	1	5	3	-	-	1	-	-	-	108	
9	15:00	E	59	5	11	1	5	9	-	-	-	-	-	-	90	213
	16:00	S	81	8	17	1	4	12	-	-	-	-	-	-	123	
10	16:00	E	56	7	8	1	6	5	1	-	-	-	-	-	84	196
	17:00	S	73	9	15	2	3	8	2	-	-	-	-	-	112	
11	17:00	E	86	11	13	-	2	5	-	-	-	-	-	-	117	237
	18:00	S	72	17	19	2	8	2	-	-	-	-	-	-	120	
12	18:00	E	99	6	15	2	5	6	-	-	-	-	-	-	133	293
	19:00	S	121	9	22	1	4	3	-	-	-	-	-	-	160	
TOTAL			1950	211	334	23	148	152	8	1	2	0	0	1	2830	2830

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL



DÍA : JUEVES
 FECHA : 25/08/2019
 SENTIDO : E   S













HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA	INICIO	SENTIDO														
1	07:00	E	79	8	9	-	14	3	-	-	-	-	-	-	113	256
	08:00	S	105	14	14	-	2	8	-	-	-	-	-	-	143	
2	08:00	E	108	7	10	1	10	6	1	1	-	-	1	-	145	312
	09:00	S	127	9	11	1	9	10	-	-	-	-	-	-	167	
3	09:00	E	74	4	8	-	11	9	-	-	-	-	-	-	106	189
	10:00	S	56	3	9	1	3	10	1	-	-	-	-	-	83	
4	10:00	E	68	7	10	2	10	8	-	-	-	-	-	-	105	192
	11:00	S	61	4	7	-	3	12	-	-	-	-	-	-	87	
5	11:00	E	49	11	17	2	4	4	-	-	-	-	-	-	87	179
	12:00	S	56	8	9	1	7	11	-	-	-	-	-	-	92	
6	12:00	E	76	6	10	-	12	10	-	-	-	-	-	-	114	216
	13:00	S	70	4	20	-	3	5	-	-	-	-	-	-	102	
7	13:00	E	129	20	15	3	7	3	-	-	-	-	-	-	177	329
	14:00	S	120	12	11	-	3	5	1	-	-	-	-	-	152	
8	14:00	E	65	8	9	-	3	4	-	-	-	-	-	-	89	185
	15:00	S	69	10	9	-	5	2	-	-	-	-	1	-	96	
9	15:00	E	59	8	13	1	5	11	2	1	-	-	-	-	100	215
	16:00	S	77	6	19	1	4	8	-	-	-	-	-	-	115	
10	16:00	E	59	4	21	-	6	4	-	-	-	-	-	1	95	219
	17:00	S	86	6	21	2	3	6	-	-	-	-	-	-	124	
11	17:00	E	75	8	11	-	4	2	-	-	-	-	-	-	100	190
	18:00	S	68	6	7	-	3	5	-	1	-	-	-	-	90	
12	18:00	E	93	10	8	-	6	5	1	-	-	-	-	-	123	266
	19:00	S	92	12	23	2	8	6	-	-	-	-	-	-	143	
TOTAL			1921	195	301	17	145	157	6	3	0	0	2	1	2748	2748

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL



DÍA : VIERNES
 FECHA : 26/08/2019
 SENTIDO : E   S













HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
					PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA	INICIO	SENTIDO														
1	07:00	E	98	9	16	-	10	3	-	2	-	-	-	-	138	301
	08:00	S	115	12	21	1	8	5	-	-	-	-	-	1	163	
2	08:00	E	109	6	15	-	9	4	-	-	1	-	-	-	144	329
	09:00	S	133	13	20	-	11	8	-	-	-	-	-	-	185	
3	09:00	E	63	5	6	-	5	5	-	-	-	-	-	-	84	179
	10:00	S	60	4	15	-	6	8	1	1	-	-	-	-	95	
4	10:00	E	55	7	10	1	4	5	-	-	-	-	-	-	82	169
	11:00	S	54	4	7	-	10	10	1	1	-	-	-	-	87	
5	11:00	E	55	10	15	2	5	4	-	-	-	-	-	-	91	178
	12:00	S	52	8	11	1	7	8	-	-	-	-	-	-	87	
6	12:00	E	80	6	12	-	11	10	-	-	-	-	-	-	119	221
	13:00	S	65	5	20	3	3	6	-	-	-	-	-	-	102	
7	13:00	E	121	18	20	2	7	5	-	-	-	-	-	-	173	312
	14:00	S	108	10	15	-	4	2	-	-	-	-	-	-	139	
8	14:00	E	45	12	10	-	8	3	-	-	-	-	-	-	78	181
	15:00	S	62	9	21	-	9	1	-	-	-	-	1	-	103	
9	15:00	E	63	8	14	-	5	9	-	-	-	-	-	-	99	218
	16:00	S	76	7	20	1	4	10	1	-	-	-	-	-	119	
10	16:00	E	59	5	12	-	4	1	0	-	-	1	-	-	82	199
	17:00	S	78	12	18	-	3	6	-	-	-	-	-	-	117	
11	17:00	E	79	12	9	-	2	5	-	-	-	-	-	-	107	231
	18:00	S	72	20	21	2	7	1	1	-	-	-	-	-	124	
12	18:00	E	117	12	15	2	6	5	-	1	-	-	-	-	158	298
	19:00	S	99	14	19	1	4	3	-	-	-	-	-	-	140	
TOTAL			1918	228	362	16	152	127	4	5	1	1	1	1	2816	2816

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL



DÍA : SÁBADO
 FECHA : 27/08/2019
 SENTIDO : E   S















HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
					PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA	INICIO	SENTIDO														
1	07:00	E	84	6	7	-	9	10	1	1	-	-	-	-	118	262
	08:00	S	101	6	11	1	13	12	-	-	-	-	-	-	144	
2	08:00	E	109	6	12	2	10	5	-	-	-	-	-	-	144	312
	09:00	S	123	10	17	-	9	7	1	-	-	-	1	-	168	
3	09:00	E	89	8	17	-	7	8	-	-	-	-	-	-	129	259
	10:00	S	93	13	16	-	3	5	-	-	-	-	-	-	130	
4	10:00	E	72	8	10	-	3	11	-	-	-	-	-	-	104	211
	11:00	S	62	8	18	-	10	9	-	-	-	-	-	-	107	
5	11:00	E	65	11	11	-	3	5	-	-	-	-	-	-	95	203
	12:00	S	68	10	17	1	8	4	-	-	-	-	-	-	108	
6	12:00	E	81	4	15	-	6	7	-	-	-	-	-	-	113	213
	13:00	S	65	6	12	-	9	8	-	-	-	-	-	-	100	
7	13:00	E	117	12	15	-	4	5	-	-	-	-	-	-	153	288
	14:00	S	97	9	12	-	8	9	-	-	-	-	-	-	135	
8	14:00	E	50	7	9	2	9	7	-	-	-	-	-	-	84	177
	15:00	S	61	5	10	1	6	8	-	1	1	-	-	-	93	
9	15:00	E	56	6	13	1	5	5	-	-	-	-	-	-	86	193
	16:00	S	78	6	12	1	4	6	-	-	-	-	-	-	107	
10	16:00	E	56	5	9	-	6	7	-	-	-	-	-	-	83	160
	17:00	S	51	6	8	1	3	8	-	-	-	-	-	-	77	
11	17:00	E	49	9	8	-	6	4	-	-	-	-	-	-	76	152
	18:00	S	53	9	9	2	3	-	-	-	-	-	-	-	76	
12	18:00	E	92	12	10	2	8	2	-	-	-	-	-	-	126	252
	19:00	S	85	10	16	2	6	6	-	-	-	1	-	-	126	
TOTAL			1857	192	294	16	158	158	2	2	1	1	1	0	2682	2682

ESTUDIO DE TRÁFICO

I. CONTEO VEHICULAR

LUGAR : AV. AEROPUERTO
 ESTACIÓN : AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4
 TESISTA : CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

DÍA : DOMINGO
 FECHA : 28/08/2019
 SENTIDO : E   S

HORA	PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMIONES			SEMI TRAYLER				SUBTOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥3s3		
PERIODO 1 HORA																
1	07:00	E	35	5	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	46	93
	08:00	S	35	4	2	1	4	1	-	-	-	-	-	-	47	
2	08:00	E	56	5	4	2	6	2	-	-	-	-	-	-	75	158
	09:00	S	67	4	5	1	4	2	-	-	-	-	-	-	83	
3	09:00	E	42	6	6	-	10	1	-	-	-	-	-	-	65	139
	10:00	S	49	8	10	-	6	1	-	-	-	-	-	-	74	
4	10:00	E	77	9	11	-	9	1	-	-	-	-	-	-	107	195
	11:00	S	58	12	9	-	8	1	-	-	-	-	-	-	88	
5	11:00	E	43	5	7	2	9	-	-	-	-	-	-	-	66	141
	12:00	S	52	6	9	2	6	-	-	-	-	-	-	-	75	
6	12:00	E	59	5	16	-	3	1	-	-	-	-	-	-	84	160
	13:00	S	63	3	6	-	4	-	-	-	-	-	-	-	76	
7	13:00	E	64	9	11	-	5	1	-	-	-	-	-	-	90	171
	14:00	S	63	5	8	-	4	1	-	-	-	-	-	-	81	
8	14:00	E	41	5	6	1	6	1	-	-	-	-	-	-	60	127
	15:00	S	43	7	7	1	8	1	-	-	-	-	-	-	67	
9	15:00	E	48	7	11	-	9	2	-	-	-	-	-	-	77	172
	16:00	S	72	9	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	95	
10	16:00	E	63	4	8	-	6	2	-	-	-	-	-	-	83	168
	17:00	S	69	5	5	1	3	1	1	-	-	-	-	-	85	
11	17:00	E	58	7	7	-	2	4	1	-	-	-	-	-	79	185
	18:00	S	75	9	12	2	7	1	-	-	-	-	-	-	106	
12	18:00	E	64	10	17	-	8	1	1	-	-	-	-	-	101	207
	19:00	S	64	15	18	-	7	1	1	-	-	-	-	-	106	
TOTAL			1360	164	204	14	143	27	4	0	0	0	0	0	1916	1916

Anexo 3: Cálculo del índice medio diario (IMD)

2. CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO - IMD															
LUGAR	:	AV. AEROPUERTO										DÍA	:	DEL 22/08/2022 AL 28/08/2022	
ESTACIÓN	:	AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4										SENTIDO	:	TOTAL	
TESISTA	:	CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL													
DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SEMITRAYLER				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3			
LUNES	1771	200	352	27	156	146	4	3	2	0	0	0	2661	14.35	
MARTES	2015	220	304	27	170	145	7	4	2	0	0	1	2895	15.61	
MIÉRCOLES	1950	211	334	23	148	152	8	1	2	0	0	1	2830	15.26	
JUEVES	1921	195	301	17	145	157	6	3	0	0	2	1	2748	14.82	
VIERNES	1918	228	362	16	152	127	4	5	1	1	1	1	2816	15.18	
SÁBADO	1857	192	294	16	158	158	2	2	1	1	1	0	2682	14.46	
DOMINGO	1360	164	204	14	143	27	4	0	0	0	0	0	1916	10.33	
TOTAL	12792	1410	2151	140	1072	912	35	18	8	2	4	4	18548	100.00	
IMD	1827	201	307	20	153	130	5	3	1	0	1	1	2649		
%	68.97	7.59	11.59	0.76	5.78	4.91	0.19	0.11	0.04	0.00	0.04	0.04	100.00		
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS									

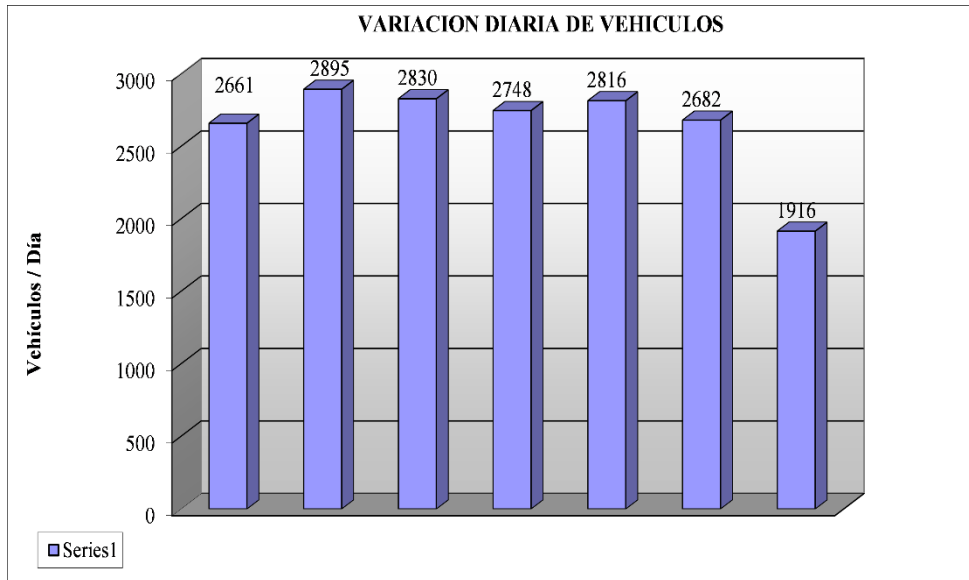
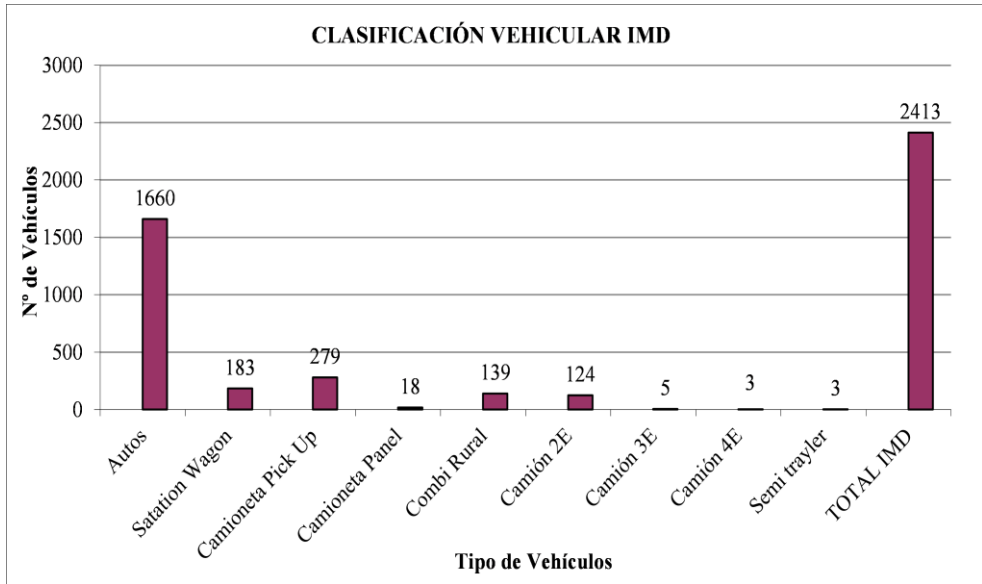
TRÁFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib. %
Autos	1827	69.0%
Satation Wagon	201	7.6%
Camioneta Pick Up	307	11.6%
Camioneta Panel	20	0.8%
Combi Rural	153	5.8%
Camión 2E	130	4.9%
Camión 3E	5	0.2%
Camión 4E	3	0.1%
Semi trayler	3	0.1%
TOTAL IMD	2649	100.0%

CÁLCULO DEL IMD Resumen de Metodología	
$IMDA = \frac{(VS_{vl})(FCE_{vl}) + (VS_{vp})(FCE_{vp})}{7}$	
VS _{vl} = Volumen Promedio Semanal de vehículos livianos	
VS _{vp} = Volumen Promedio Semanal de vehículos pesados	
Fc Veh. Ligeros =	0.908824
Fc Veh. Pesados =	0.951234
IMD =	2413 Vehiculos x día
	880,790 V. x año

TRÁFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	1660	68.8%
Satation Wagon	183	7.6%
Camioneta Pick Up	279	11.6%
Camioneta Panel	18	0.7%
Combi Rural	139	5.8%
Camión 2E	124	5.1%
Camión 3E	5	0.2%
Camión 4E	3	0.1%
Semi trayler	3	0.1%
TOTAL IMD	2413	100.0%



Anexo 4: Cálculo de los ejes equivalentes (ESAL)

ESTUDIO DE TRÁFICO					
3. CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES - ESAL					
LUGAR	:	AV. AEROPUERTO			
ESTACIÓN	:	AV. AEROPUERTO CUADRA N° 4			
TESISTA	:	CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL			
Periodo de diseño	20 años				
Tasa de crecimiento por región en %	$r_p =$	1.00	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(vehículos de pasajeros)	
	$r_{vc} =$	2.70	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Perú	(vehículos de carga)	
Fuerza de presión (Fb)	1				
Factor direccional (Fd)	0.5				
Factor carril (Fc)	1				
Tráfico actual por tipo de vehículo					
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)			
Automovil	1660	68.79			
Camioneta	480	19.89			
C.R.	139	5.76			
Micro	0	0.00			
Bus Grande	0	0.00			
Camión 2E	124	5.12			
Camión 3E	5	0.20			
Camión 4E	3	0.12			
Semi Traylor 2S1 /2S2	1	0.04			
Semi Traylor 2S3	0	0.00			
Semi Traylor 3S1 /3S2	1	0.04			
Semi Traylor ≥3S3	1	0.04			
Traylor 2T2	0	0.00			
Traylor 2T3	0	0.00			
Traylor 3T2	0	0.00			
Traylor ≥3T3	0	0.00			
IMD	2413	100.00			
Factores de equivalencia o daño					
Vehículo	Eje delantero	Conjunto de ejes posteriores			Fvp.
		1	2	3	
Bus Grande	1.27	2.34			3.62
2E	1.27	3.33			4.61
3E	1.27	3.46			4.73
4E	1.27	3.69			4.96
2S1 /2S2	1.27	3.33	3.46		8.07
2S3	1.27	3.33	4.16		8.77
3S1 /3S2	1.27	3.46	3.46		8.19
≥3S3	1.27	3.46	4.16		8.90
2T2	1.27	3.33	3.33	3.33	11.28
2T3	1.27	3.33	3.33	3.46	11.40
3T2	1.27	3.46	3.33	3.33	11.40
≥3T3	1.27	3.46	3.33	3.46	11.52
DEMANDA PROYECTADA					
Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:					
$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$					
Donde:	$T_n =$	Tránsito proyectado al año en vehículo por día			
	$T_0 =$	Tránsito actual (año base) en vehículo por día			
	$n =$	año futuro de proyección			
	$r =$	tasa anual de crecimiento de tránsito			
Demanda proyectada					
Tipo de Vehículo	IMD _{pi}	Distribución (%)			
Automovil	2005	67.39			
Camioneta	580	19.49			
C.R.	168	5.64			

Configuración vehicular	Eje delantero	Conjunto de ejes posteriores		
		1ero	2do	3ro
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
≥3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	205	6.89
Camión 3E	8	0.27
Camión 4E	5	0.16
Semi Traylor 2S1 /2S2	2	0.06
Semi Traylor 2S3	0	0.00
Semi Traylor 3S1 /3S2	2	0.06
Semi Traylor ≥3S3	2	0.06
Traylor 2T2	0	0.00
Traylor 2T3	0	0.00
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
IMD	2976	100.00

Factor de crecimiento acumulado:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Fca V. Ligeros=	22.02
Fca V. Pesados=	26.07

Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VP1} * F_{PI}$$

Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo		
Tipo de Vehículo	EE _{día-carril}	Distribución (%)
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	473	90.22
Camión 3E	19	3.56
Camión 4E	12	2.24
Semi Traylor 2S1 /2S2	7	1.28
Semi Traylor 2S3	0	0.00
Semi Traylor 3S1 /3S2	7	1.30
Semi Traylor ≥3S3	7	1.41
Traylor 2T2	0	0.00
Traylor 2T3	0	0.00
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
IMD	524	100.00

Número de repeticiones de ejes

$$Nrep \text{ de } EE_{8,2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)]$$

$$Nrep \text{ de } EE_{8,2tn} = 4984200 \text{ EE}$$

Anexo 5: Diseño de pavimento TCP _ software OptiPave 2.0

Figura 12

Pestaña diseño del software OptiPave 2.0

OptiPave 2

File Settings Help

Project Design Traffic Concrete Properties Support Layers Climate Results

Design Life: 20 (years)

Joint Spacing: 1.8 (m)

PCC Thickness: 150 (mm)

Compute Thickness

Edge Type: Free Edge

Widened Slab: No

Dowels on Transverse Joint: No

Pavement-Base Interface Model: Unbonded

Initial IRI: 2.5 (m/Km)

Maximum Design Thresholds

Percentage of Cracked Slabs: 30 (%)

IRI: 3.5 (m/Km)

Mean Joint Faulting: 5 (mm)

Reliability

90 (%)

90 (%)

90 (%)

OptiPave 2
TCPavements

Figura 13

Pestaña de tráfico del software OptiPave 2.0

OptiPave 2

File Settings Help

Project Design Traffic Concrete Properties Support Layers Climate Results

Analysis Method: Equivalent Axles

Truck Traffic Classification Group: STREETPAVE RESIDENTIAL

Annual Traffic Growth: 2.7 (%)

Total ESALS in Design Lane: 4,984,200

Lateral Traffic Wander

Mean Wheel Location (From Lane Marking): 450 (mm)

Traffic Wander Standard Deviation: 250 (mm)

Load Spectra

Initial Two-Way AADT: 1,000

Percentage of Traffic on Design Direction: 50 (%)

Percentage of Traffic on Design Lane: 90 (%)

Percentage of Traffic in Summer-time: 50 (%)

OptiPave 2
TCPavements

Figura 14

Pestaña de propiedades de concreto del software OptiPave 2.0

OptiPave 2

File Settings Help

Project Design Traffic Concrete Properties Support Layers Climate Results

Strength Test: Flexural Strength

Age of Test: 28 Days 90-day MOR: 5.32 (MPa)

Flexural Strength: 4.45 (MPa)

Reliability: 80 (%)

Std. Deviation Concrete Strength: 0.4 (MPa)

28-90 Days Strength Gain: 1.1

Modulus of Elasticity: 24855.95 (MPa)

Unit Weight: 2,400 (Kg/m³)

Poisson Ratio: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion (10⁻⁶): 10 (1/°C)

Shrinkage (365 days): 700 (microstrain)

Air Content on Concrete Mix: 1.5 (%)

Water-Cement Ratio: 0.35

Fiber Reinforcement: No

Fiber Reinforcement Test: ASTM 1609

Residual Strength: 1 (MPa)

OptiPave 2
TCPavements

Figura 15

Pestaña de propiedades suelos del software OptiPave 2.0

OptiPave 2

File Settings Help

Project Design Traffic Concrete Properties Support Layers Climate Results

Number of Layers: 3

Type of Test: CBR

	Type of Soil	Resilient Modulus Winter (MPa)	Resilient Modulus Summer (MPa)	Poisson Ratio	Thickness (mm)
Base	A-1-a	186.75	156.40	0.2	200
2nd Layer	A-2-a	290.99	290.99	0.2	300
3rd Layer	Geotextile	100	100	0.5	5
4th Layer	A-1-a				
5th Layer	A-1-a				
6th Layer	A-1-a				
Subgrade	A-6	151.06	158.7	0.2	

Erodibility Index: 2

Friction Coefficient Pavement-Base: 0.65

Percentage of Fines on Base: 8 (%)

Help

OptiPave 2
TCPavements

Figura 16

Pestaña clima del software OptiPave 2.0

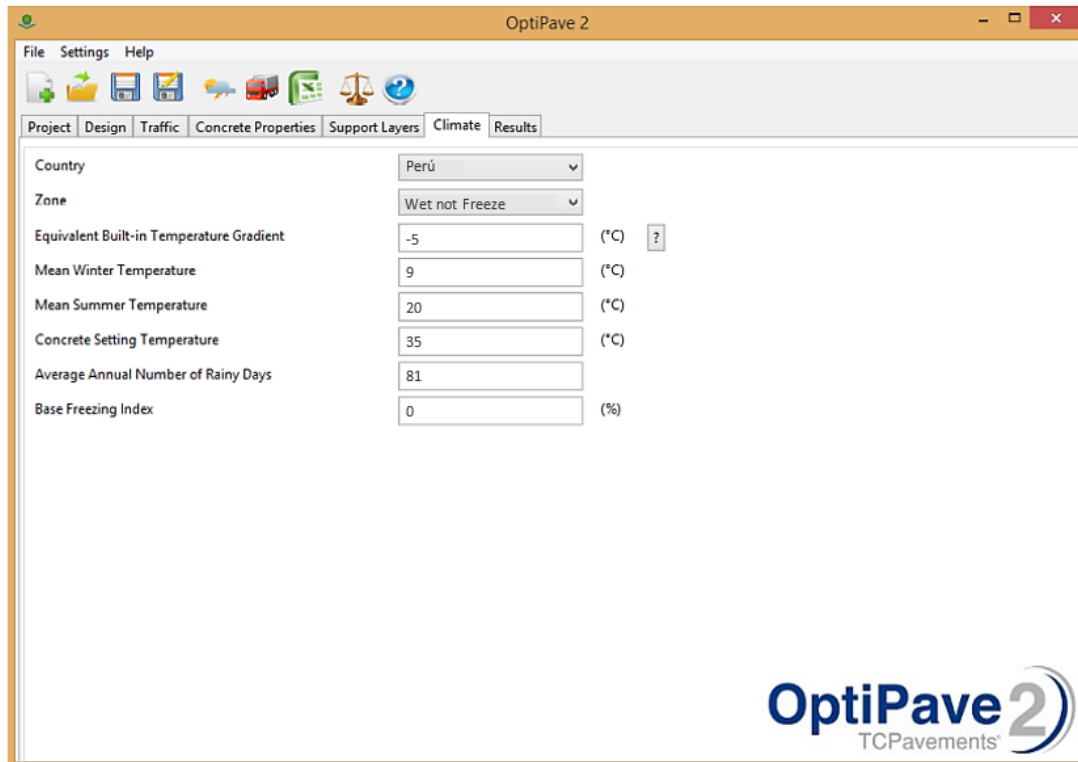
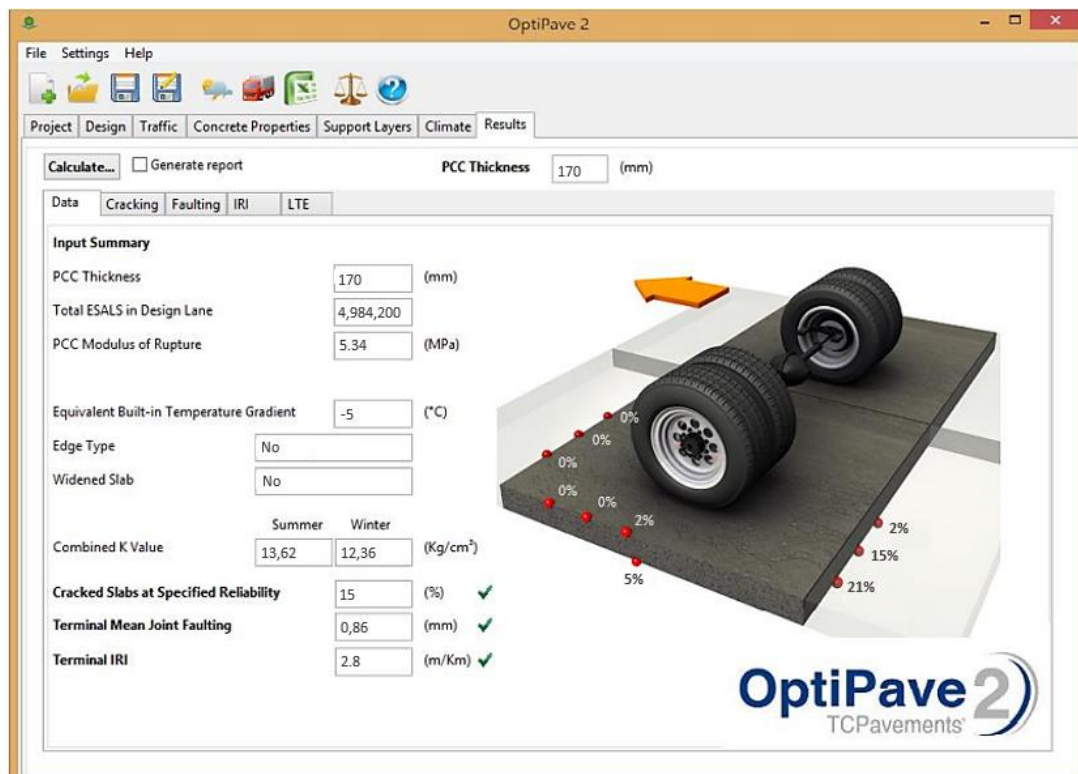


Figura 17

Resultado Pavimento TCP del software OptiPave 2.0



Anexo 6: Diseño de pavimento AASHTO93 _ software Microsoft Excel 2019

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : "VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022"

SECCION : General

FECHA 1 de Noviembre de 2022

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. Periodo de diseño (Años)	20
b. Número de Ejes Equivalentes total (W18)	4,984,200
c. Serviciabilidad inicial (pi)	4.5
d. Serviciabilidad final (pt)	2.5
e. Factor de confiabilidad (R)	85%
Desviación Estándar Normal (Zr)	-1.036
Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico (So)	0.35

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. Resistencia a la compresión del concreto f'c (kg/cm2)	280
Resistencia a la compresión del concreto f'c (psi)	3,982.54
b. Módulo de elasticidad del concreto Ec (psi)	3,597,117.86
c. Módulo de rotura S'c (psi)	644.97
d. Módulo de reacción de la subrasante- K (pci)	340
e. Transferencia de carga (J)	3.1
f. Coeficiente de drenaje (Cd)	1.0

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10}(W18) = Zr \times So + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$

D (pulg)	G _t	N18 NOMINAL	N18 CÁLCULO
8.02	-0.17609	6.698	6.698

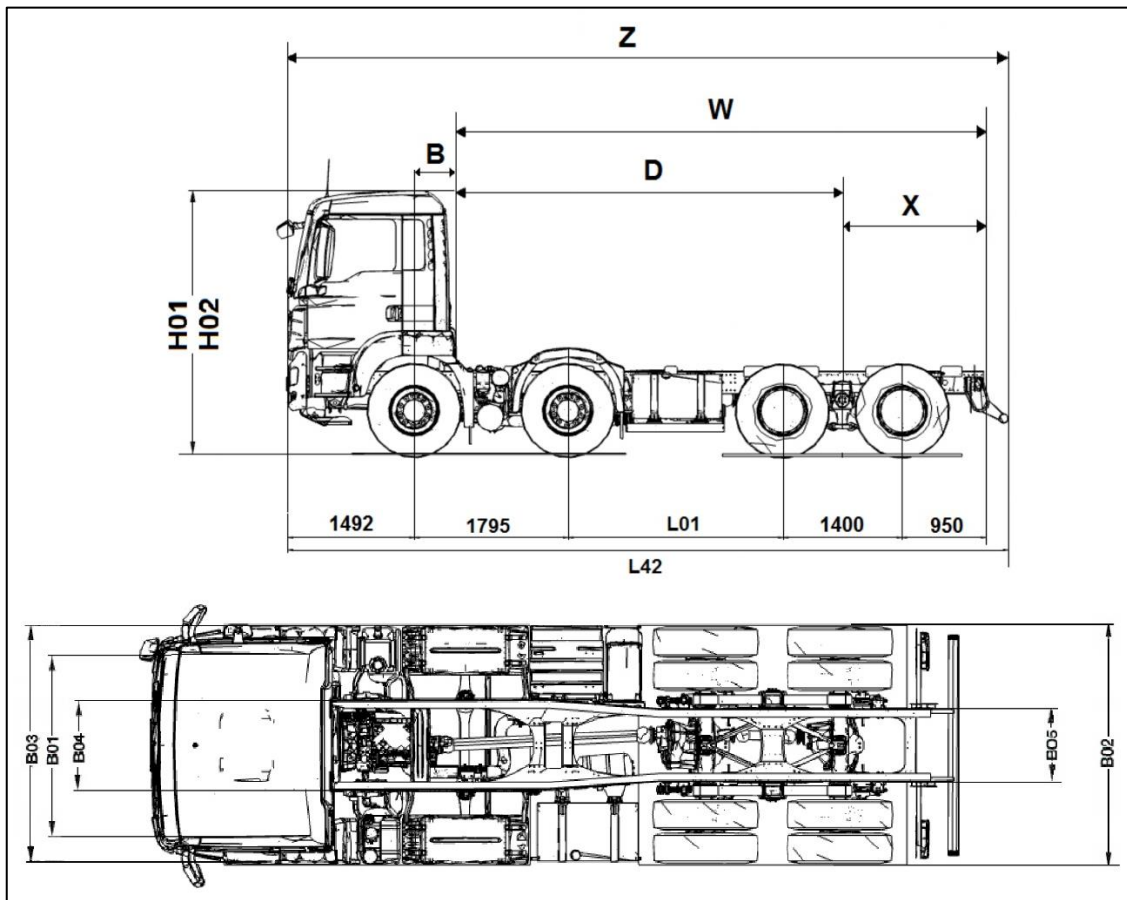
4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), pulgadas	8.02	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), centímetros	20	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	8	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	20	cm

Comentarios:

- * Las losas seran moduladas de 3.00m x 3.00 a 3.60m
- * Las juntas longitudinales y transversales seran de 10mm
- * Llevara barras de transferencia de carga y dowels en las juntas de construccion.

Anexo 7: Camión de prueba usado en el análisis estructural de los pavimentos.



TGS 32.440 (400 - 480) 8x4 BB Euro 6



Dimensions et masses du véhicule

Cabine	M (Courte)	
Version d'empattement	1	3
DIMENSIONS		
Données en mm		
Entraxe essieu AV	1 795	
L01 = Empattement	2 505	3 205
Entraxe essieu AR	1 400	
Empattement technique	4 100	4 800
Version		
TM		
B02 = Largeur aux pneus AR	2 466	
H06 = Garde au sol AV	279	
H07 = Garde au sol sous pont AR	265	
R1 = Rayon mini de braquage (aux roues)	9 050	10 300
R2 = Rayon mini de virage	9 950	11 150
L42 = Longueur du cadre	8 125	9 125
L10 = Porte à faux AV	1 475	
L11 = Porte à faux AR	950	1 250
B01 = Largeur cabine	2 240	
B03 = Largeur aux ailes AV	2 500	
B04 = Ecartement longerons AV	940	
B05 = Ecartement longerons AR	762	
H01 = Hauteur dessus cabine à vide	3 159	
H02 = Hauteur dessus cabine en charge	3 095	
H03 = Hauteur dessus châssis à vide	1 018	
H04 = Hauteur dessus châssis en charge	993	
B = Entrée de carrosserie/Essieu AV	-220	
D = Entrée de carrosserie/Empattement tech.	4 320	5 020
W = Longueur carrossable maximale	7 190	8 380
W = Longueur carrossable minimale	5 820	6 520
X = Porte à faux AR maximal (3)	2 870	3 360
X = Porte à faux AR minimal	1 500	
L20 = Centre de gravité minimal (2)	809	945
L21 = Centre de gravité maximal (2)	1 544	1 807
Z = Longueur hors tout maximale	9 460	10 650
Z = Longueur hors tout minimale	8 090	8 790

POIDS	Masses en kg	
Poids du châssis cabine (1)	9 875	9 930
Répartition sur AV	6 660	6 680
Répartition sur AR	2 940	3 250
Charge totale	22 125	22 070
PTAC	32 000	
Charge maximale sur AV	15 000	
Charge maximale sur AR	21 000	
Charge minimale sur AV	6 000	
Charge minimale sur AR	3 400	
PTRA (4)	35 500	

Version Malaxeur Allégé MAN TGS 32.440 8x4 BB Cabine M Empt 2505

Jantes Aluminium ALCOA
Pneumatiques 12R22.5
Réservoir à carburant en aluminium 300 litres + 40 l d'AdBlue®
Pare chocs acier 3 éléments
Climatisation
Réservoirs pneumatiques en aluminium
Echappement vertical
Prise de mouvement côté volant moteur f = 1.233, 650Nm en charge permanente, 720Nm en courte durée

Poids final : 9 630 kg

Poids mesuré avec :

- Chauffeur
- Réservoirs de gazole et d'AdBlue pleins
- Sans roue de secours ni porte roue de secours

Anexo 8: Análisis de desempeño estructural del pavimento rígido TCP

Figura 18

Datos de la geometría de la losa obtenida del diseño TCP

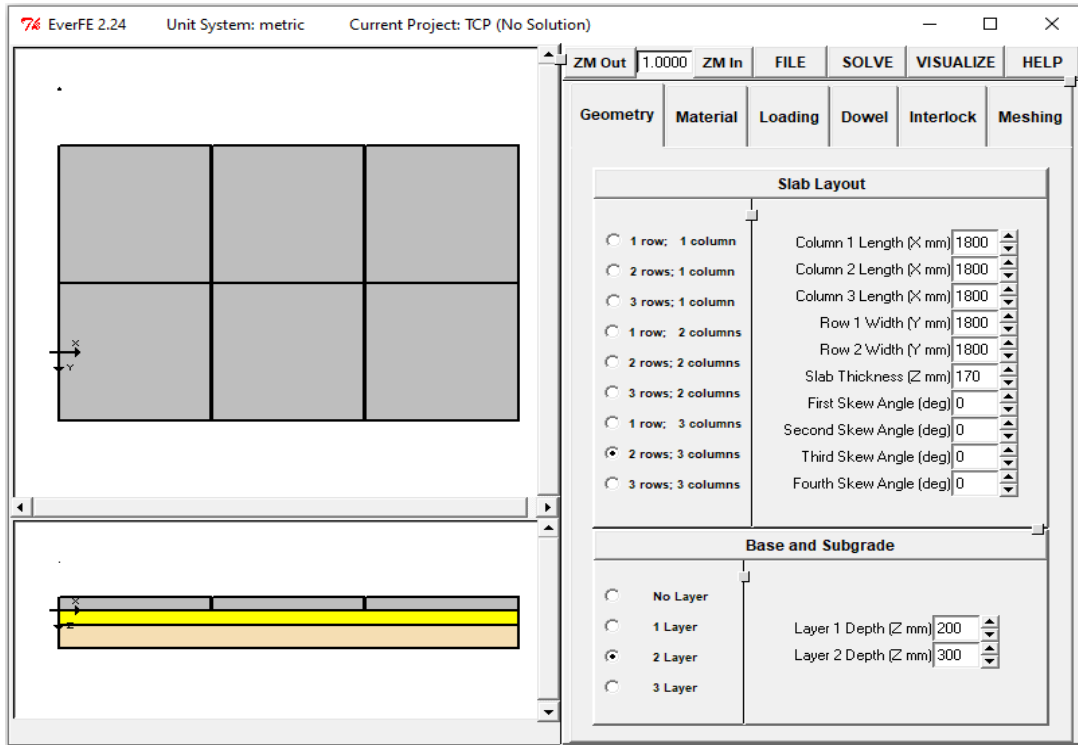


Figura 19

Características de los materiales

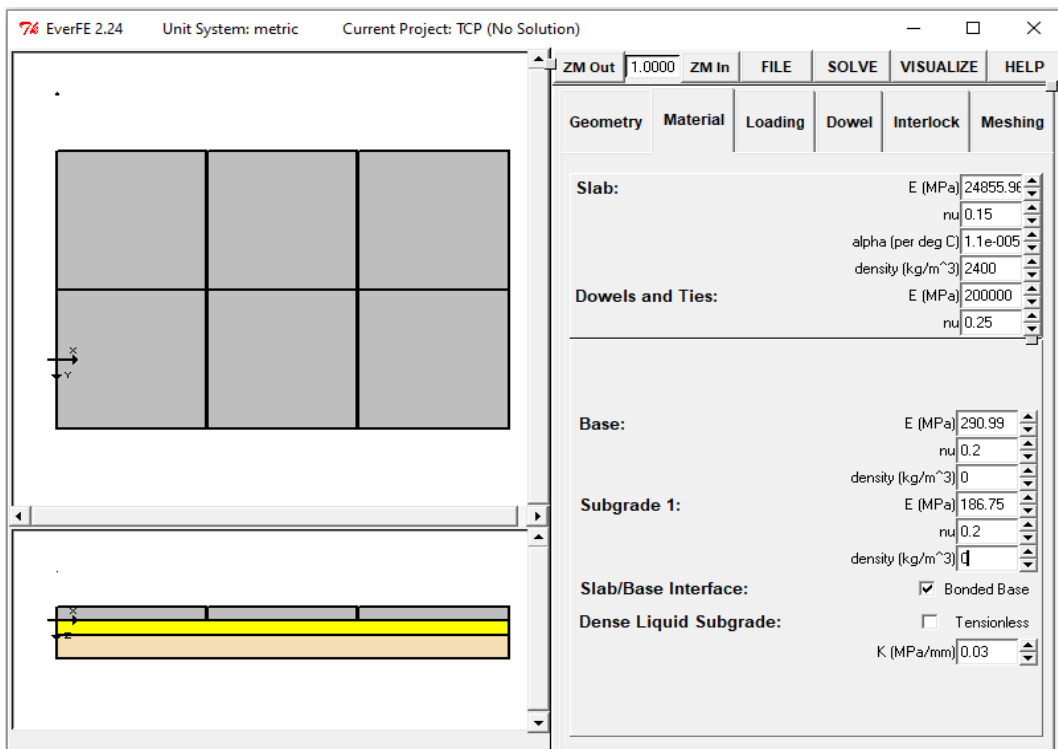


Figura 20

Propiedades de las juntas

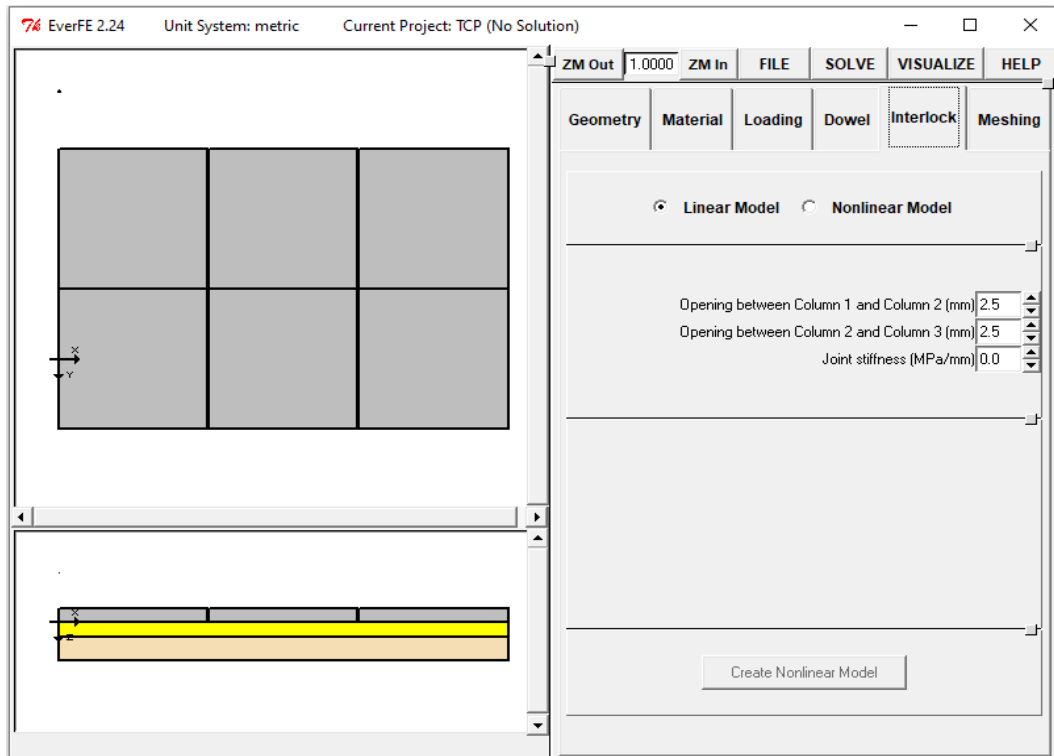


Figura 21

Carga del eje posterior del camión S2 en el centro de la losa

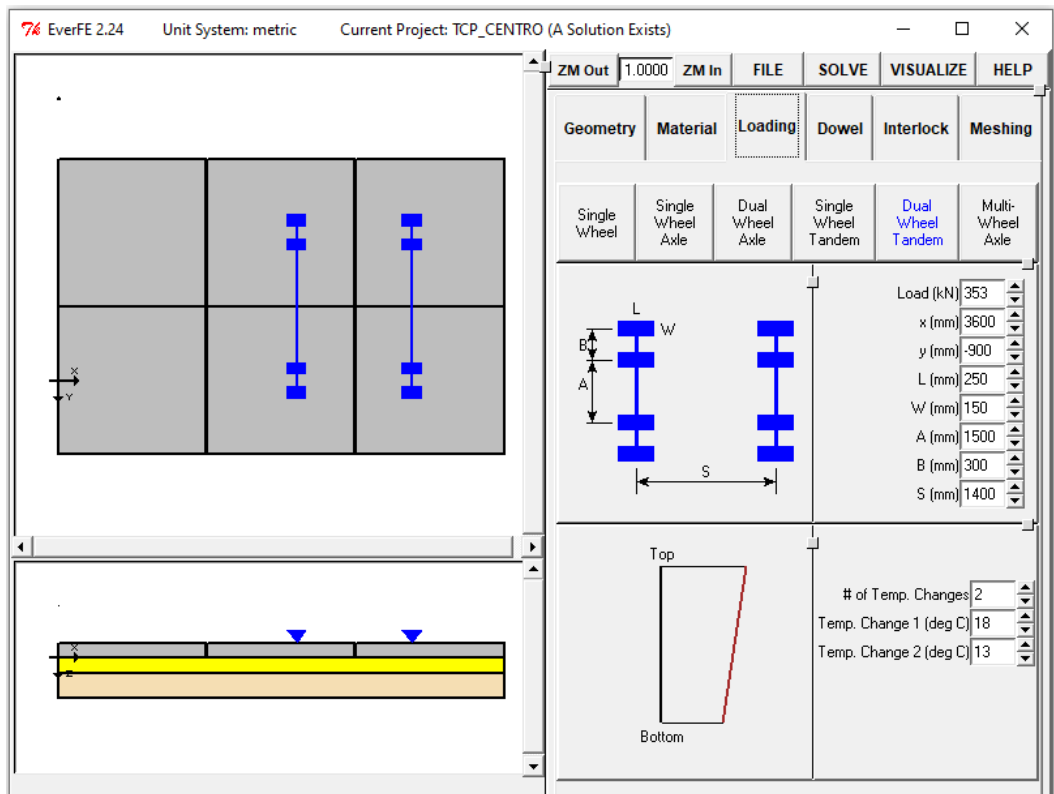


Figura 22

Tensiones máximas de losas con cargas en el centro

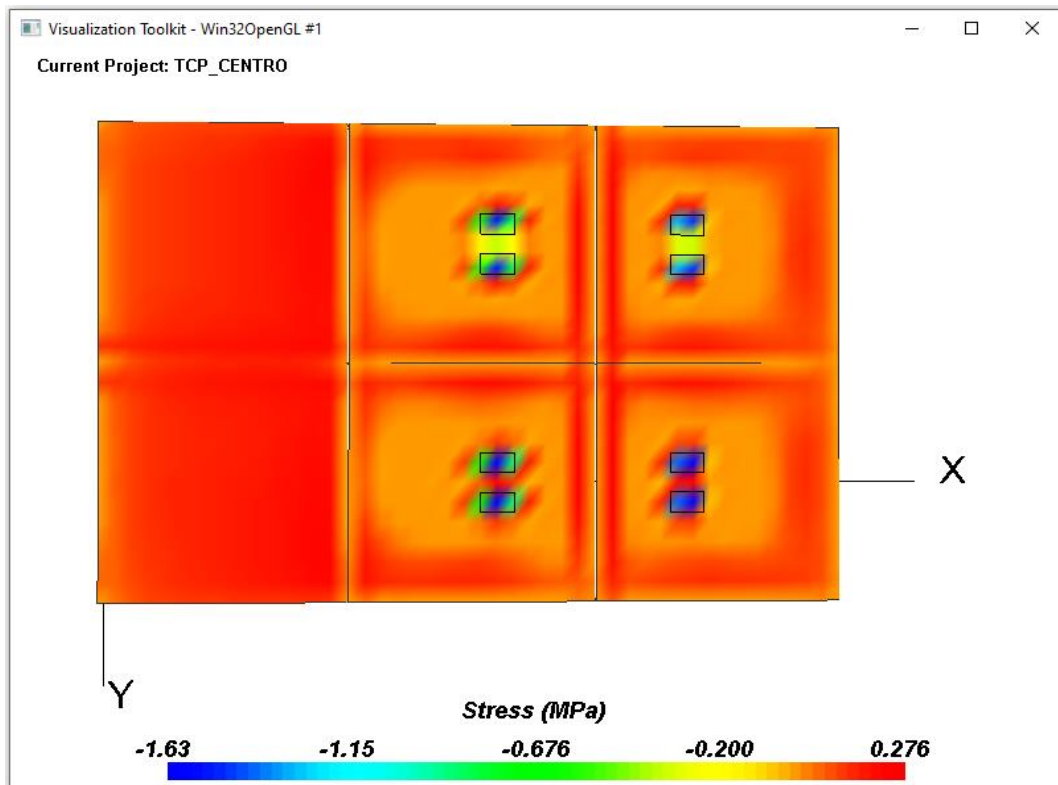


Figura 23

Deformación de losas con cargas en el centro (Escala 1:100)

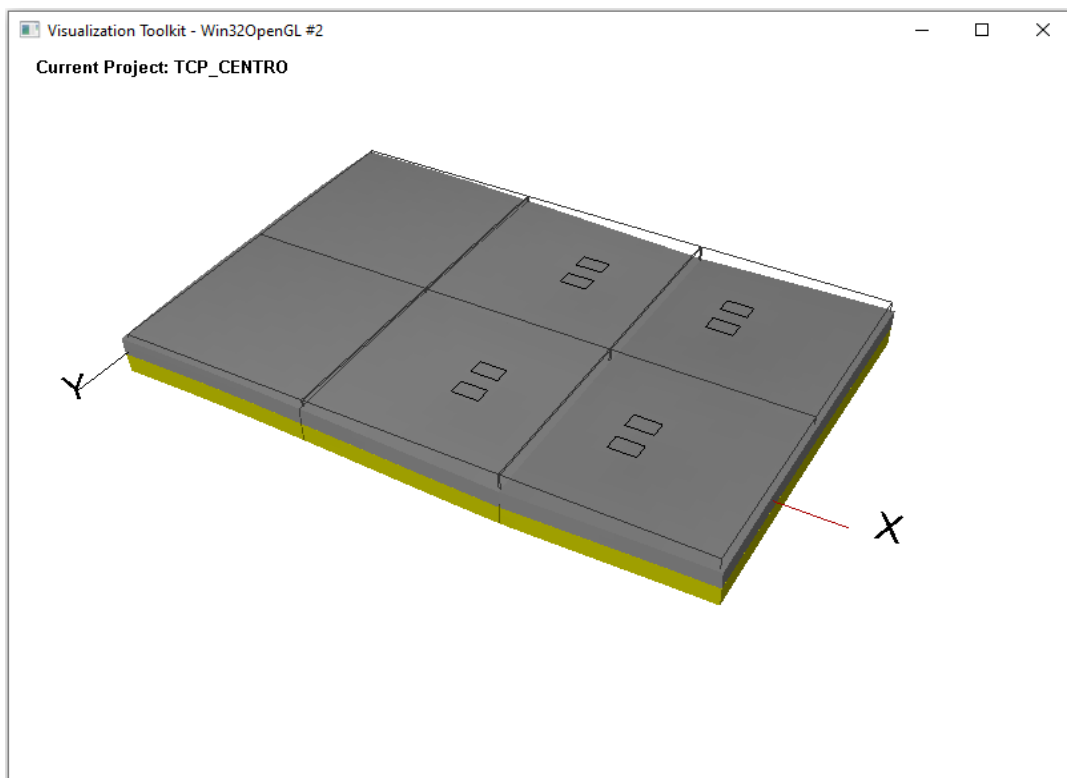


Figura 24

Carga del eje posterior del camión S2 en el borde de la losa

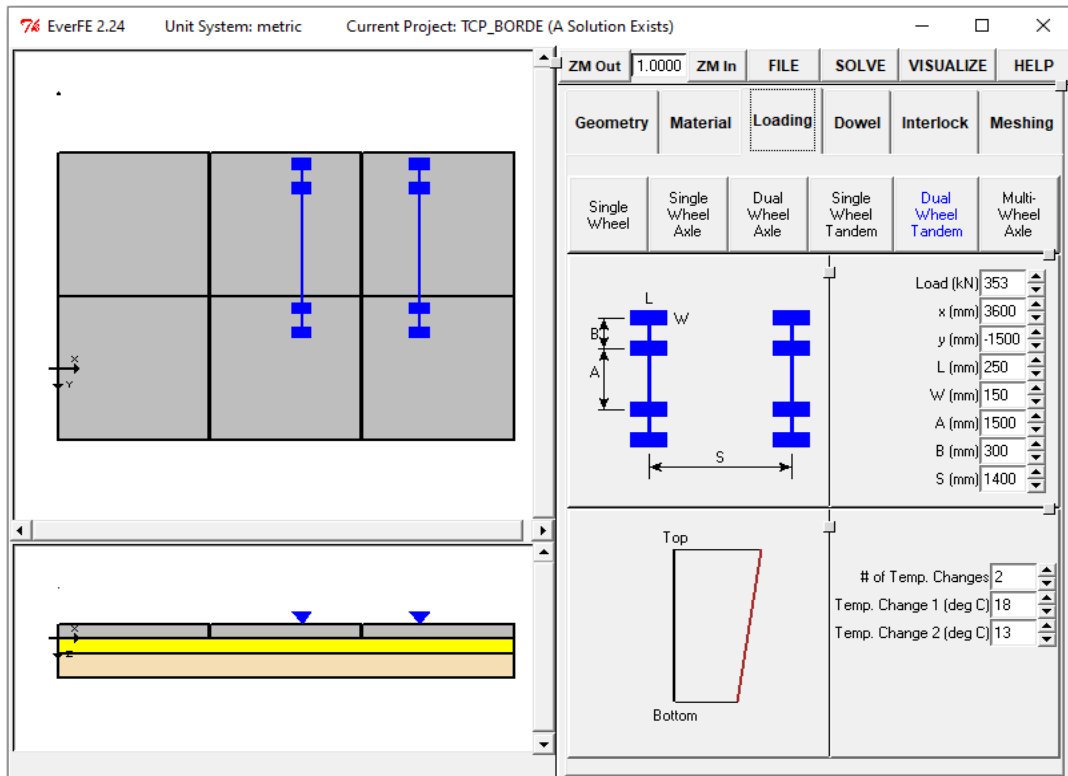


Figura 25

Tensiones máximas de losas con cargas en el borde

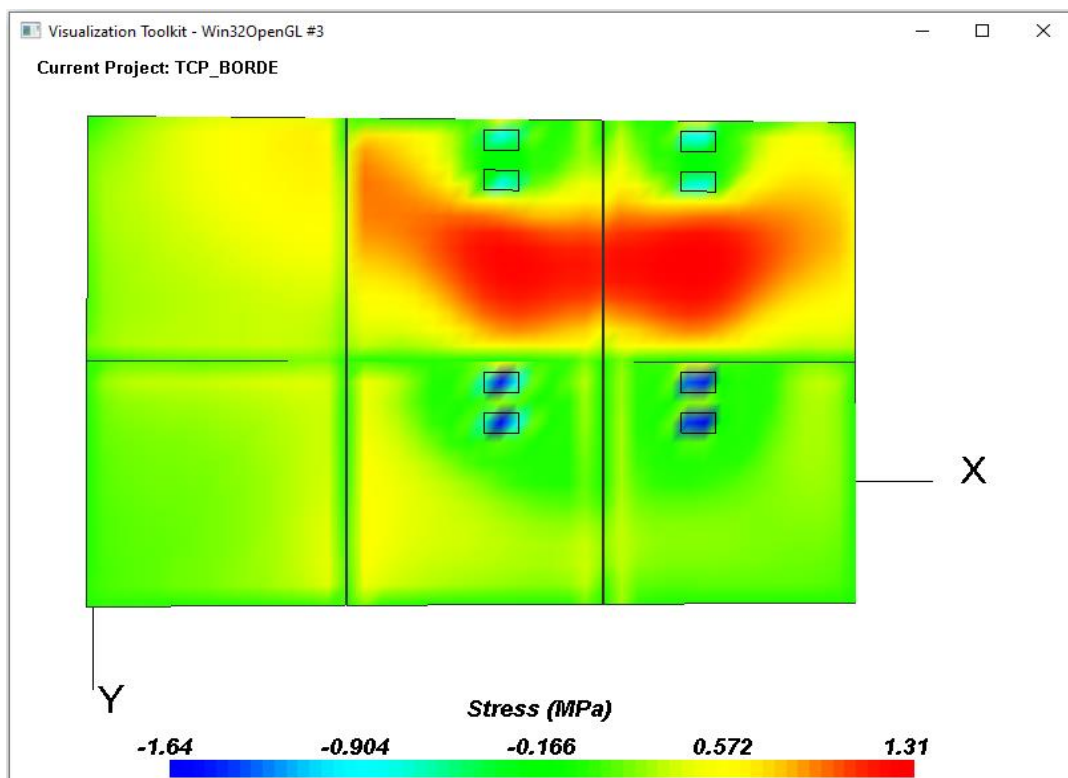


Figura 26

Deformación de losas con cargas en el borde (Escala 1:100)

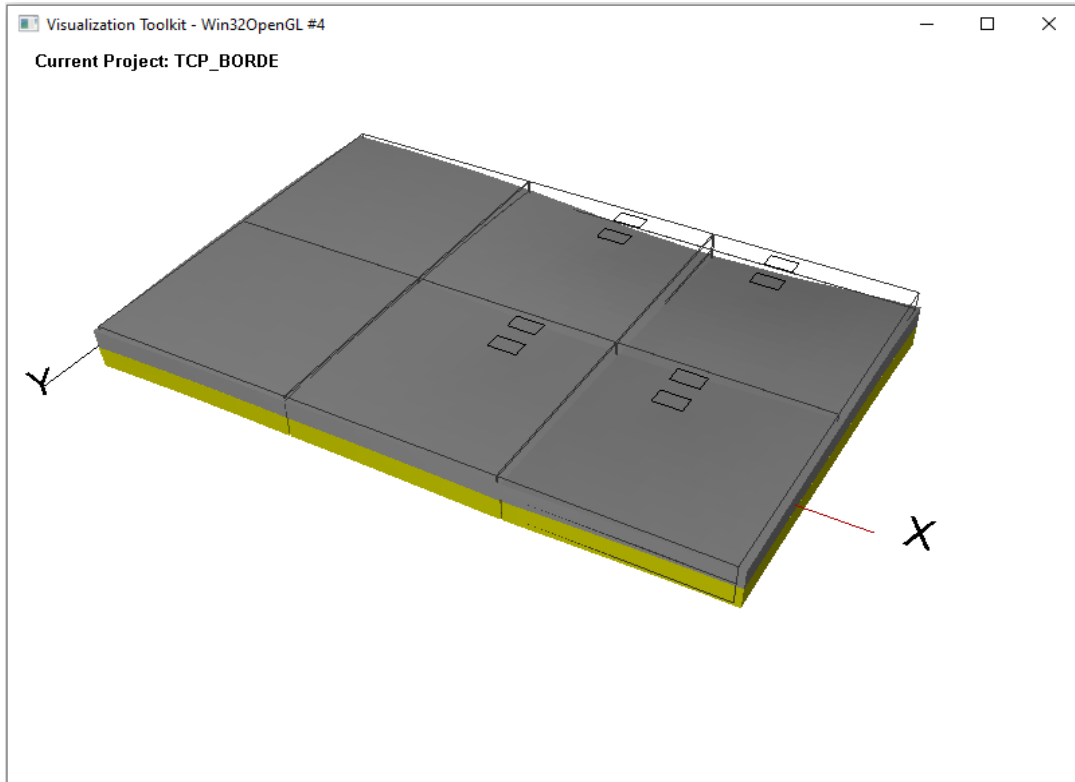


Figura 27

Carga del eje posterior del camión S2 en la esquina de la losa

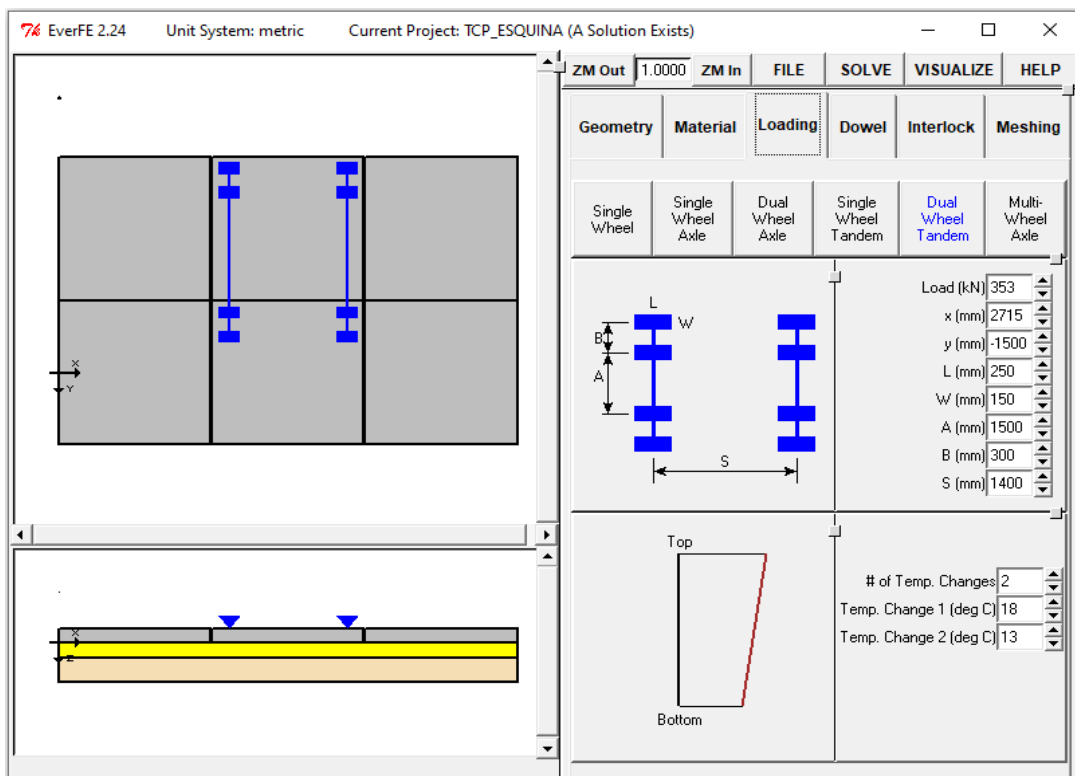


Figura 28

Tensiones máximas de losas con cargas en la esquina

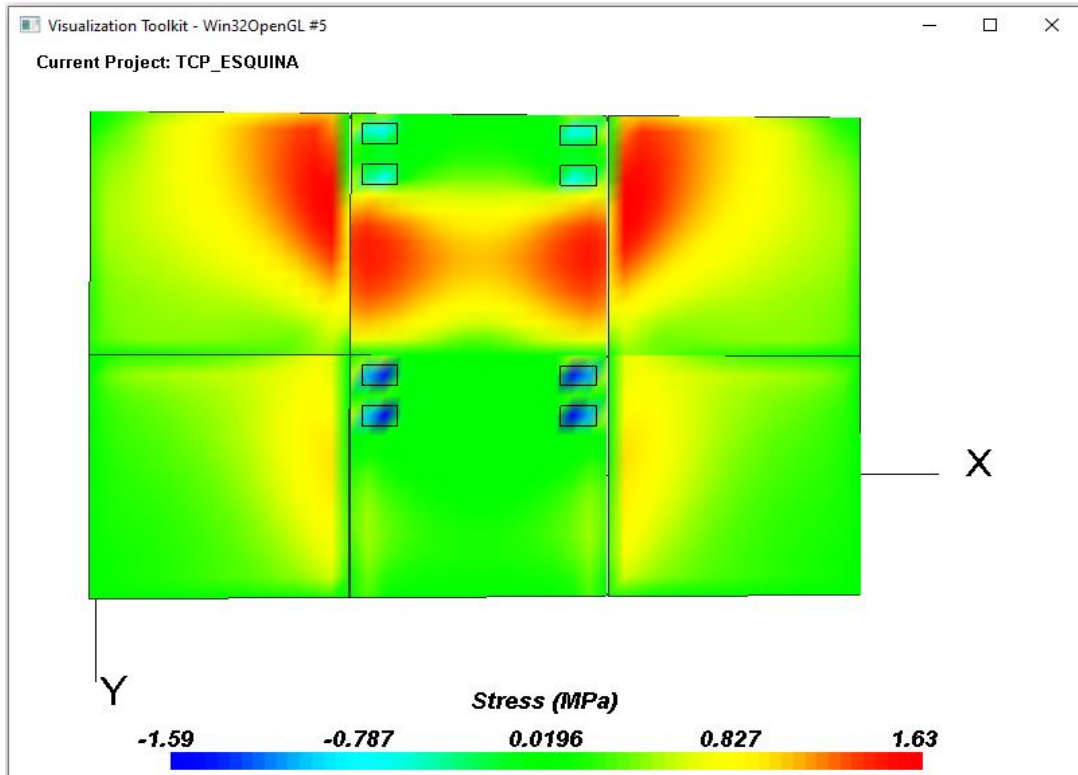
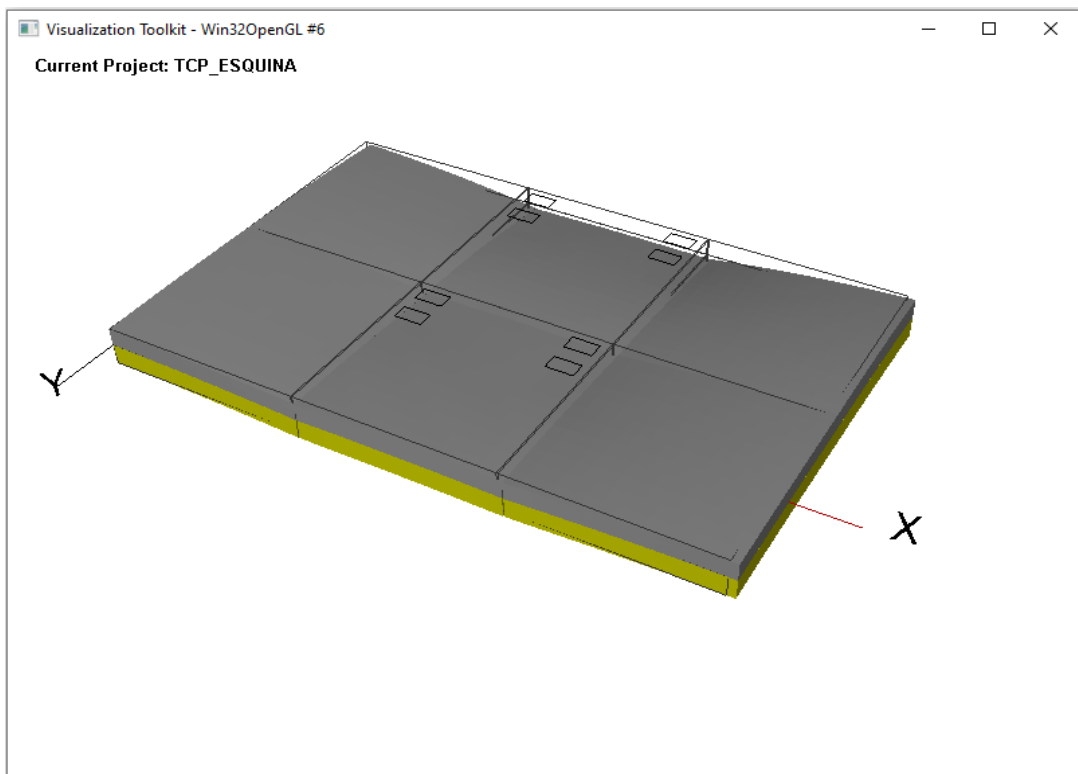


Figura 29

Deformación de losas con cargas en la esquina (Escala 1:100)



Anexo 9: Análisis de desempeño estructural del pavimento rígido AASHTO93

Figura 30

Datos de la geometría de la losa obtenida del diseño AASHTO93

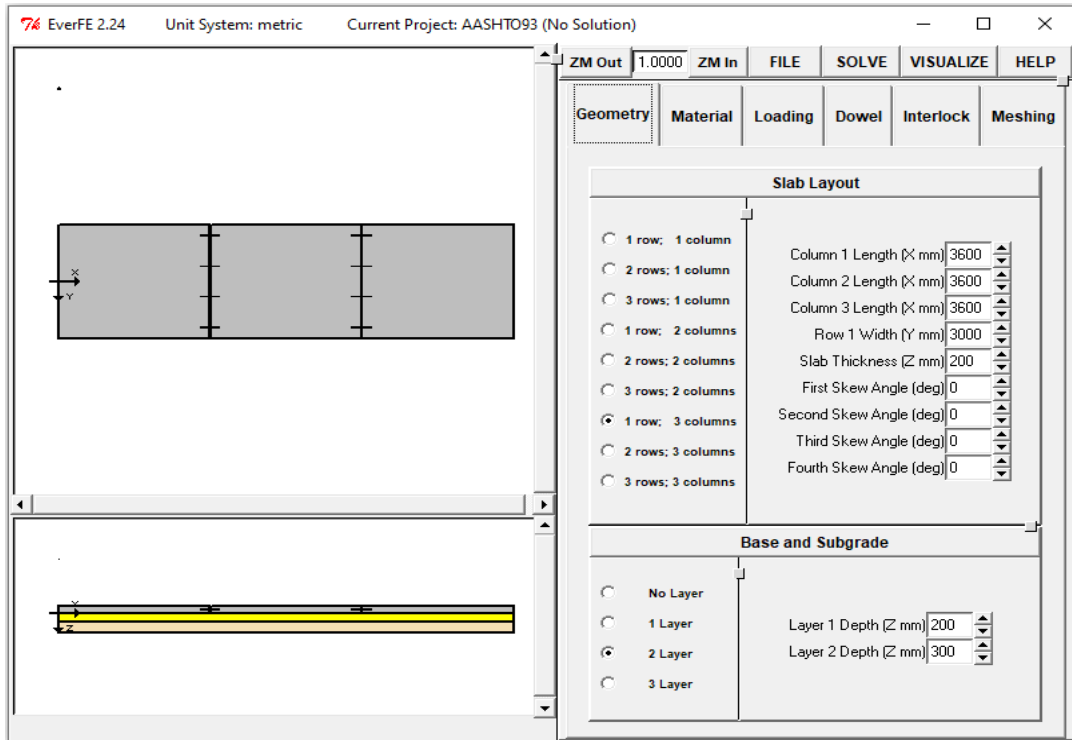


Figura 31

Características de los materiales

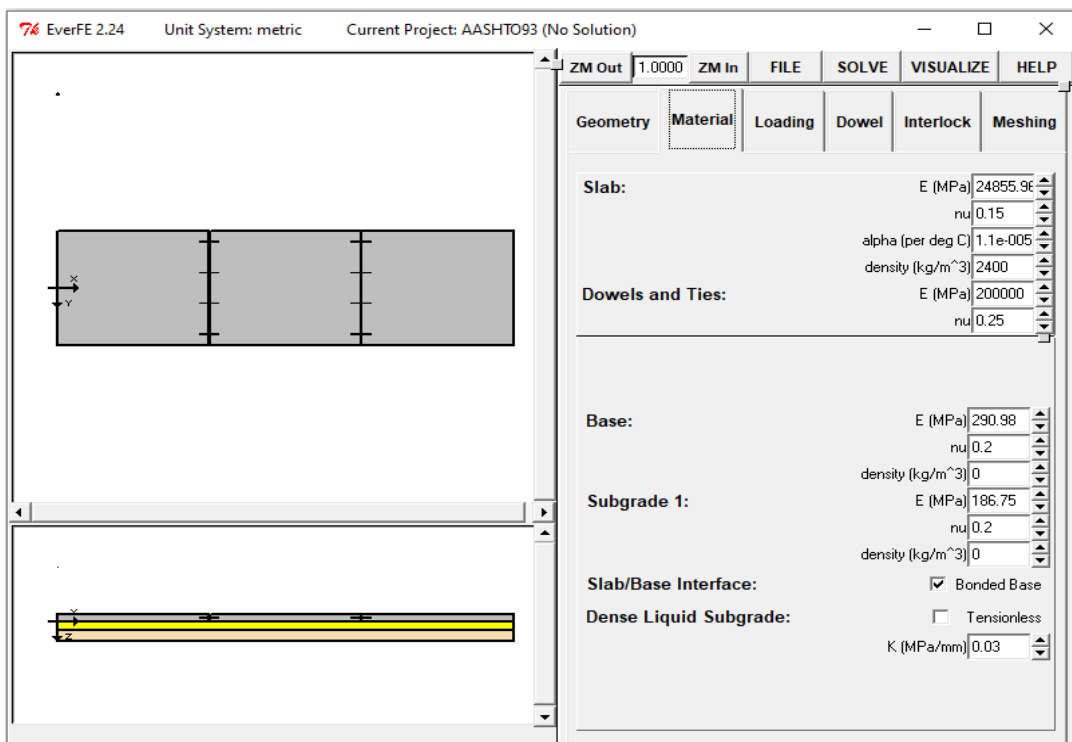


Figura 32

Propiedades de los pasadores

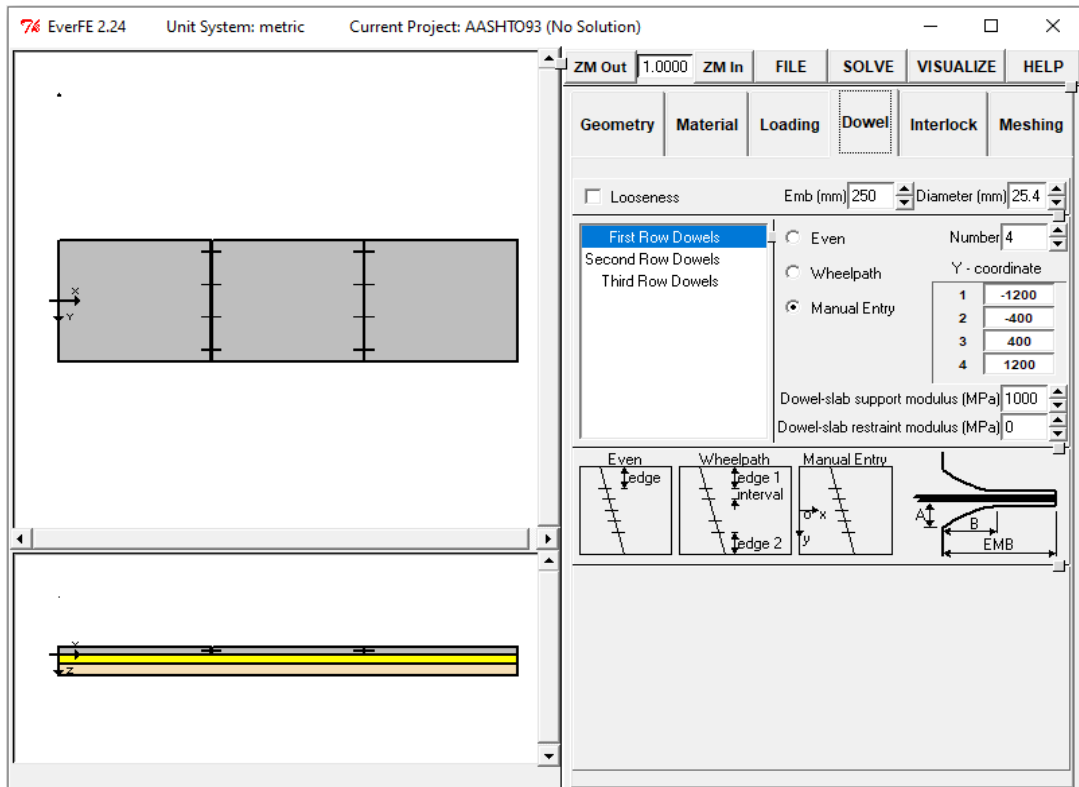


Figura 33

Propiedades de las juntas

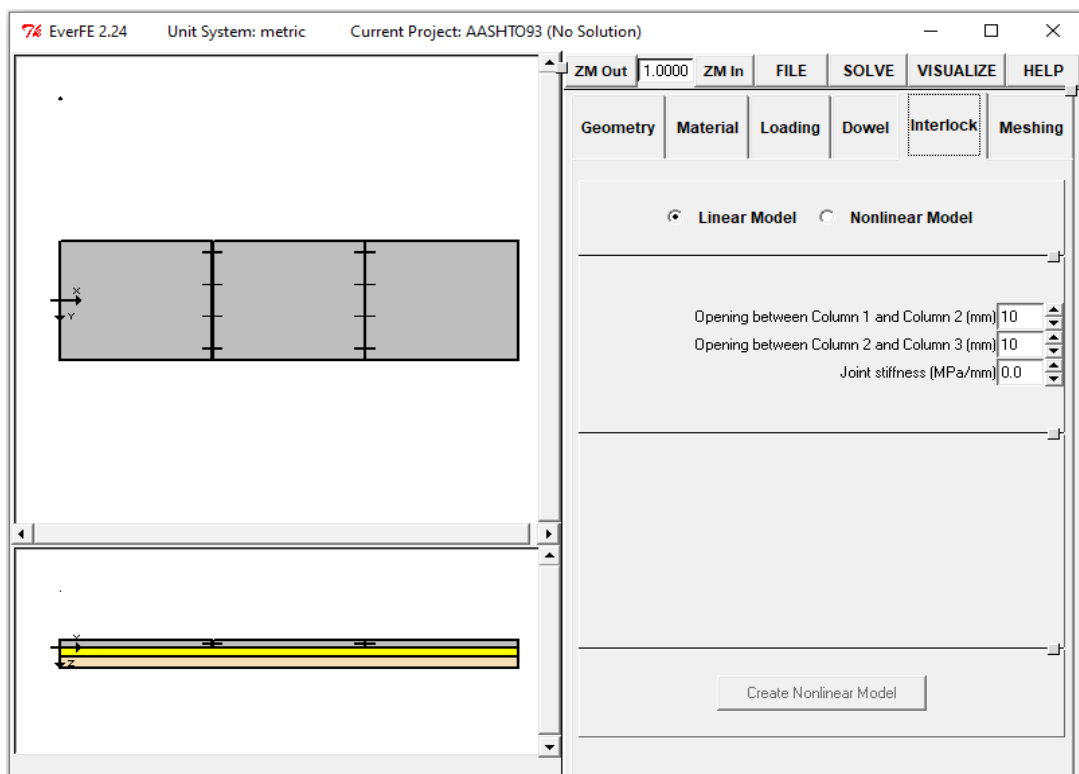


Figura 34

Carga del eje posterior del camión S2 en el centro de la losa

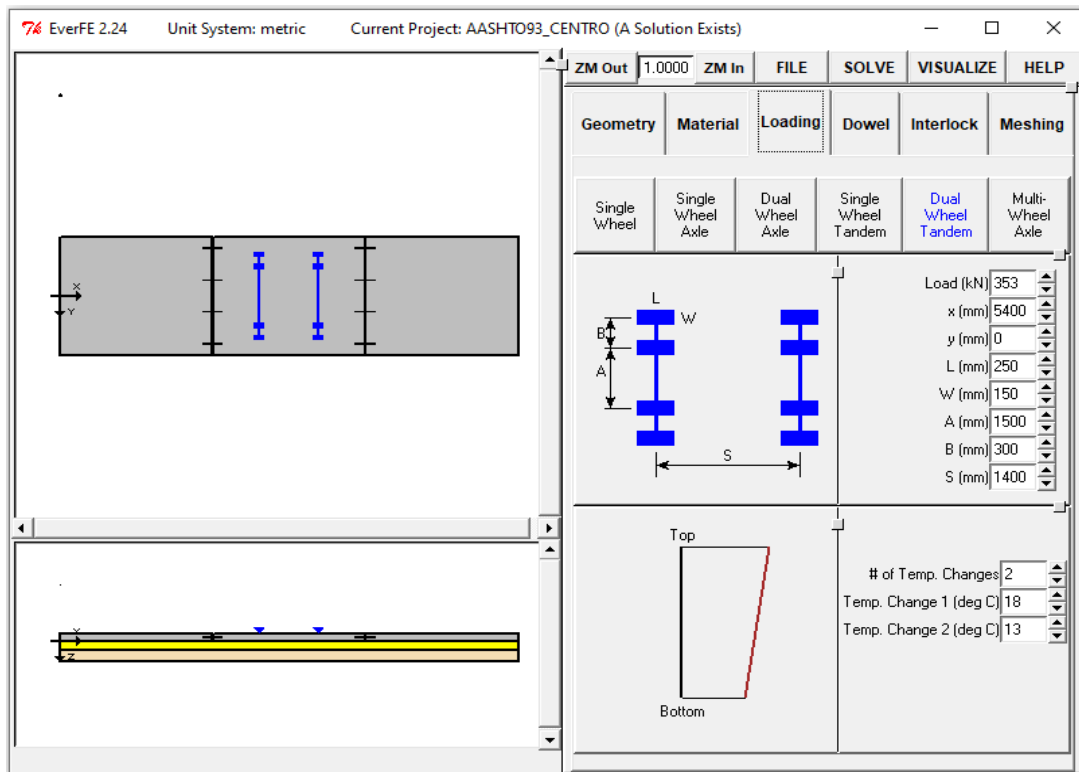


Figura 35

Tensiones máximas de losas con cargas en el centro

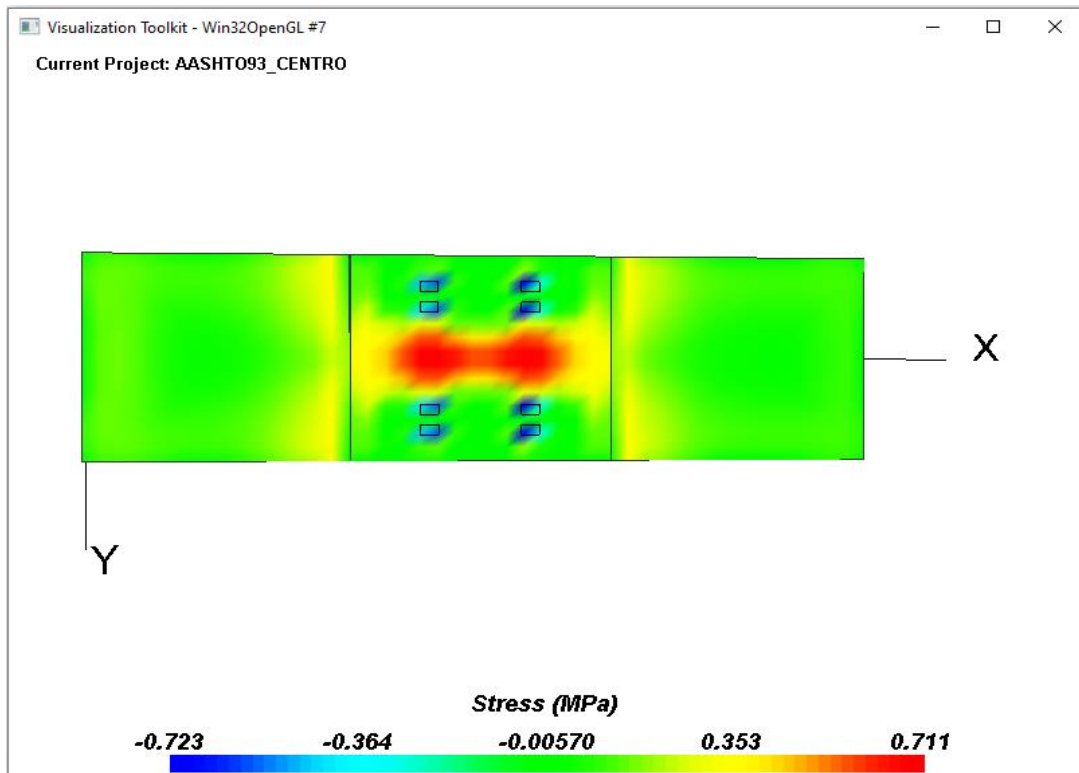


Figura 36

Deformación de losas con cargas en el centro (Escala 1:100)

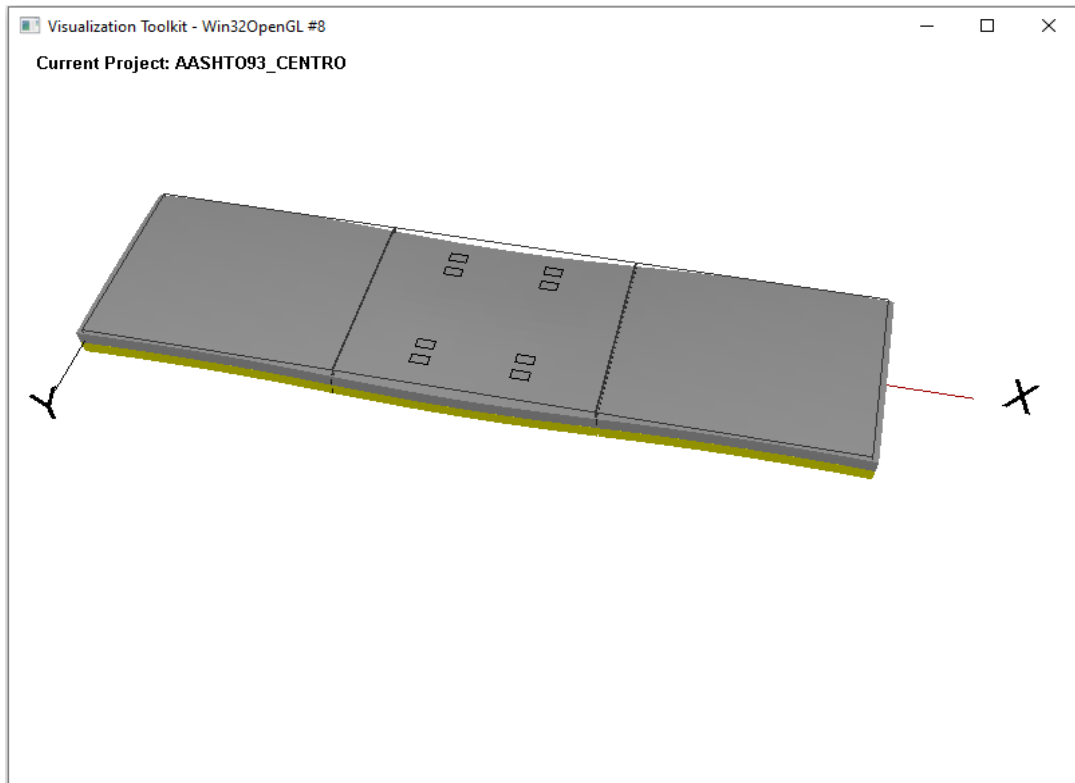


Figura 37

Carga del eje posterior del camión S2 en el borde de la losa

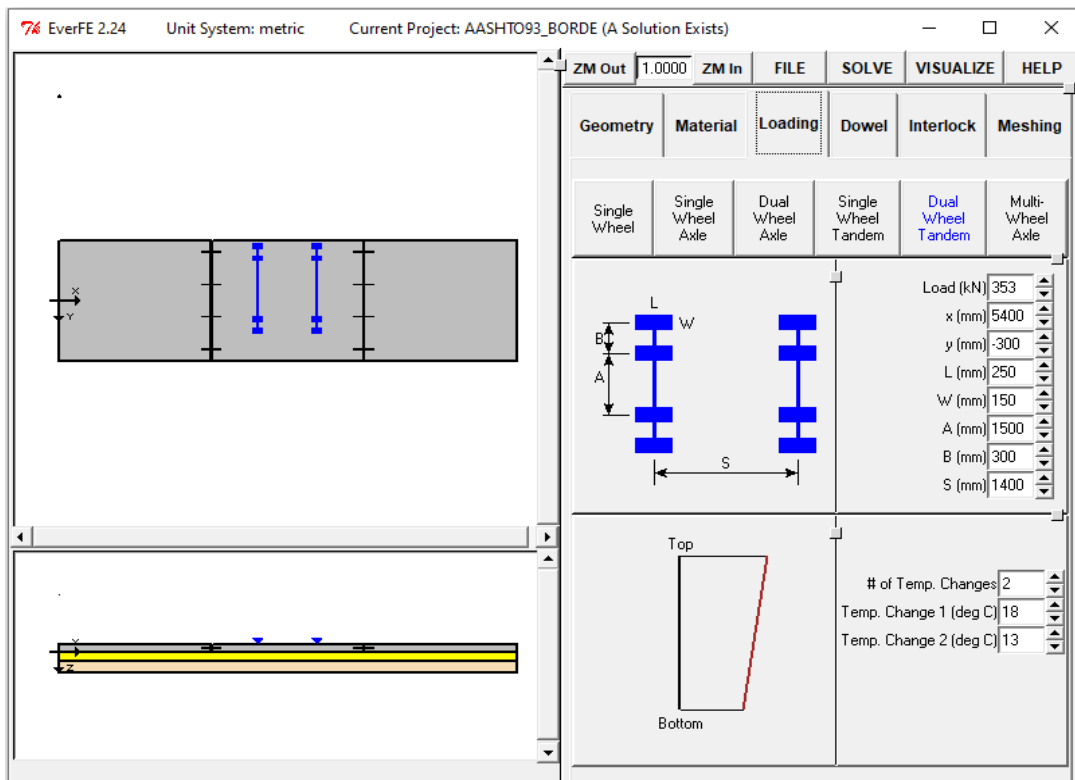


Figura 38

Tensiones máximas de losas con cargas en el borde

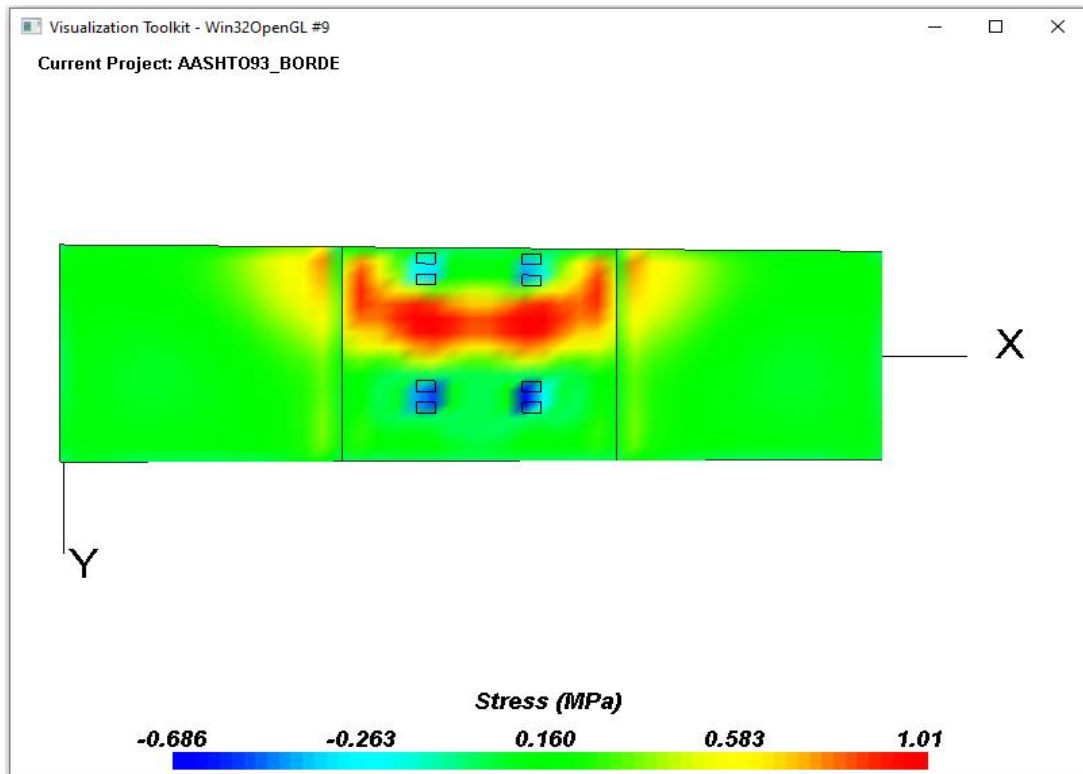


Figura 39

Deformación de losas con cargas en el borde (Escala 1:100)

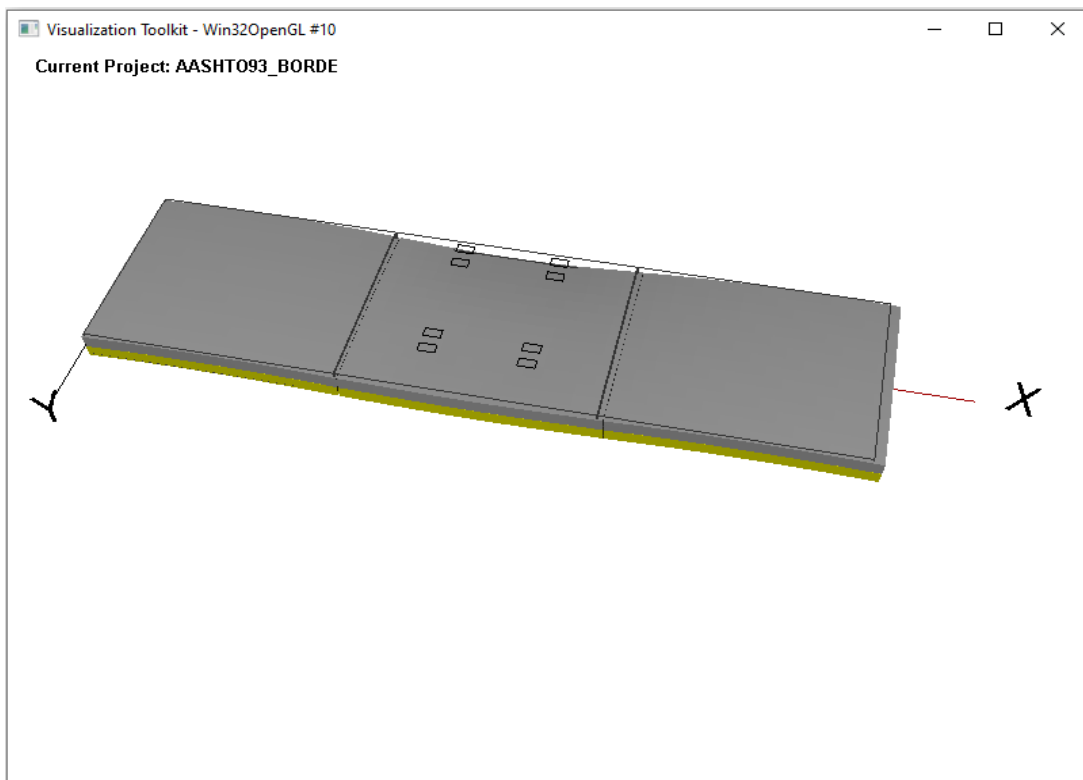


Figura 40

Carga del eje posterior del camión S2 en la esquina de la losa

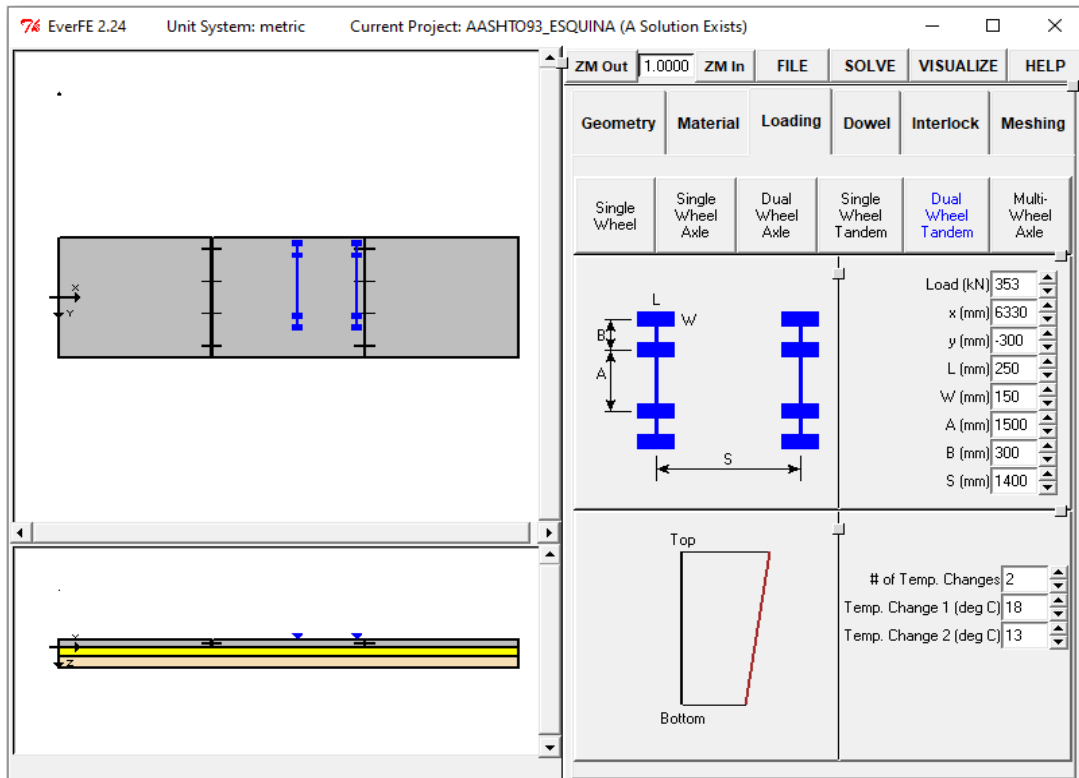


Figura 41

Tensiones máximas de losas con cargas en la esquina

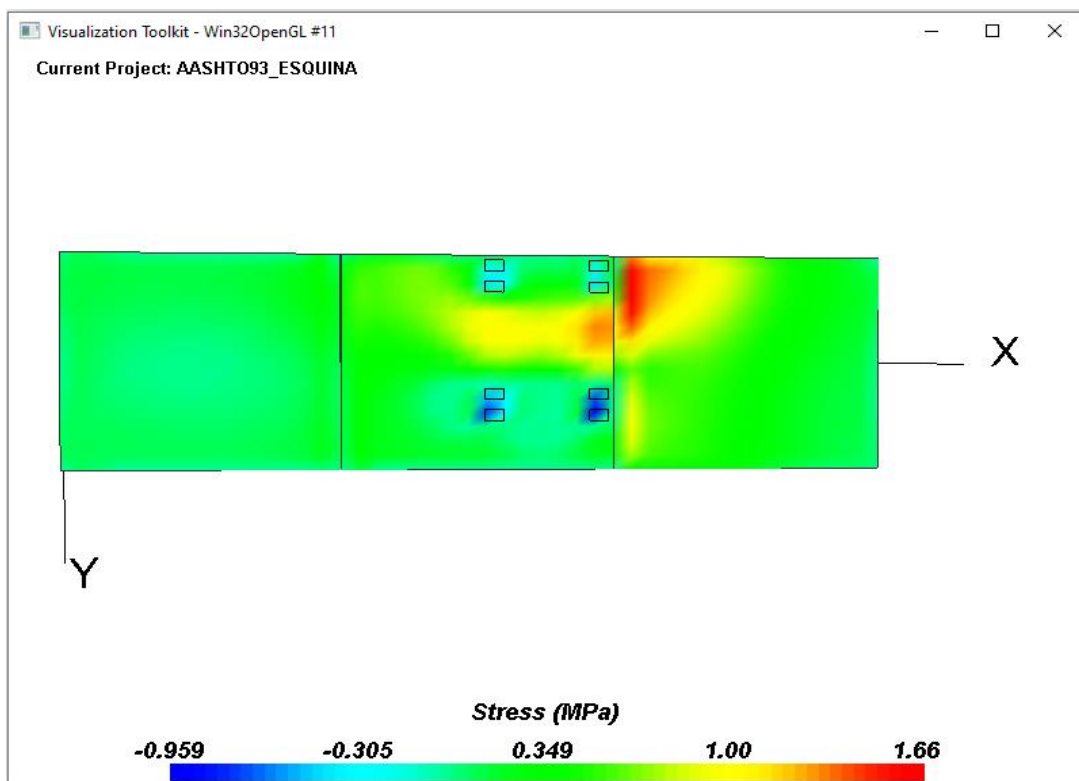
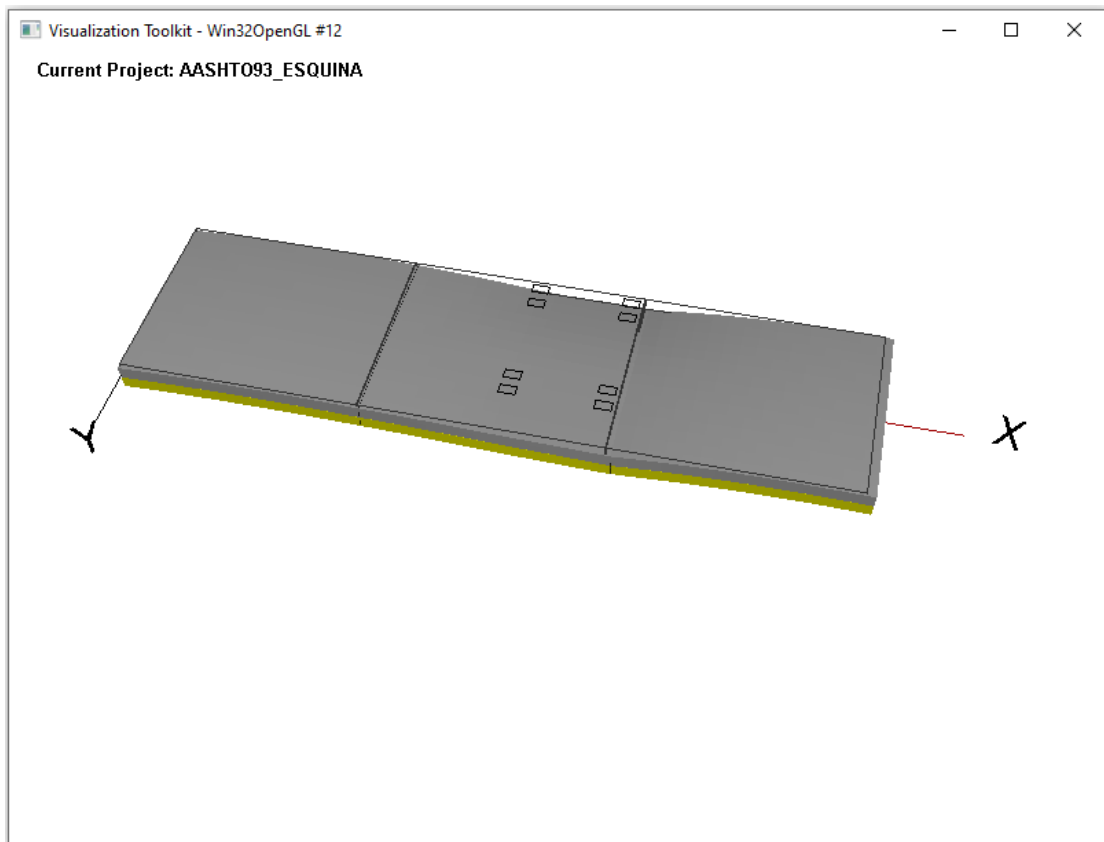


Figura 42

Deformación de losas con cargas en la esquina (Escala 1:100)



Anexo 10: Sustento de costos de materiales y equipos

S10

Página : 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	1,008.6780	24.22	24,430.18
0101010004	OFICIAL	hh	1,133.3750	19.13	21,681.46
0101010005	PEON	hh	2,736.6524	17.29	47,316.72
0101030090	TOPOGRAFO	hh	8.7852	27.56	242.12
					93,670.48
MATERIALES					
0201010022	GIGANTOGRAFÍA 2.40 M X 3.60 M	und	1.0000	200.00	200.00
0201010024	GRAPAS DE ACERO CORRUGADO Ø 6MM, DE L=10CM X A=5CM	und	852.7600	0.50	426.38
0201010025	GUANTES INDUSTRIAL LARGO DE JEBE (PARA TRABAJOS DE CONCRETO)	par	14.0000	20.00	280.00
0201010026	GASTOS PARA LA ELABORACIÓN Y AUTORIZACIÓN DEL PMA	qlb	1.0000	2,537.60	2,537.60
0201010027	GASTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PMA	qlb	1.0000	350.00	350.00
0201010028	GASTOS PARA LA ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL INFORME FINAL PMA	qlb	1.0000	1,676.20	1,676.20
0201020012	GRASA EP-2 MULTIPROPOSITO	kq	17.2017	28.00	481.65
0201040003	KEROSENE INDUSTRIAL	qln	6.1555	15.00	92.33
02010500010007	ASFALTO LIQUIDO RC-250	qln	38.7216	37.50	1,452.06
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kq	247.0285	10.00	2,470.29
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kq	425.5820	10.00	4,255.82
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kq	4,648.9170	4.95	23,012.14
02040600010017	ACERO LISO FY= 4,200 KG/CM², GRADO 60	kq	571.4525	4.95	2,828.69
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	257.1225	8.00	2,056.98
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kq	0.5000	9.00	4.50
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3/4"	kq	29.3248	6.50	190.61
0204240030	ABRAZADERA PVC DIÁMETRO VARIABLE A 1/2" INC./EMPAQ.	und	18.0000	5.00	90.00
0204240032	ABRAZADERA METÁLICA PARA UNIR TUBERÍA 200MM Y CACHIMBA	und	18.0000	20.00	360.00
0206040002	TAPÓN DE PVC DE 1"	und	205.0540	4.50	922.74
02061300010004	CACHIMBA DE PVC-SAL DE 200MM X 160MM X 45°	und	18.0000	65.00	1,170.00
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	0.1295	58.00	7.51
02070100050003	PIEDRA 4" - 6" PUESTO EN OBRA	m3	298.4660	73.00	21,788.02
02070100050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4" PUESTO EN OBRA	m3	115.1487	60.00	6,908.92
02070100050005	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" PUESTO EN OBRA	m3	7.9254	60.00	475.52
02070200010003	ARENA GRUESA PUESTA EN OBRA	m3	91.0078	60.00	5,460.47
02070200010004	ARENA FINA PUESTA EN OBRA	m3	1.9187	50.00	95.94
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	25.8075	50.00	1,290.38
02070500010003	TIERRA DE CHACRA PUESTO EN OBRA	m3	5.0310	75.00	377.33
02090100010004	MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO	und	1.0000	185.00	185.00
02090100010006	MARCO Y TAPA DE CONCRETO ARMADO PARA CAJA DE REGISTRO	und	18.0000	65.00	1,170.00
0210020003	GEOMALLA BIAXIAL 30S 3.95X50M, 30 KN/m ASTM D 6637	m2	460.4904	6.15	2,832.02
0210030005	MALLA DE SEGURIDAD	rl	7.0000	60.00	420.00
0210050003	PONCHO PLÁSTICO CON CAPUCHA	und	22.0000	35.00	770.00
02100900010004	ANILLO UNIÓN FLEXIBLE PARA PVC Ø 160MM	und	18.0000	9.30	167.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1,721.9069	32.00	55,101.02
02130300010002	YESO BOLSA 5 kg	bol	77.8277	16.00	1,245.24
02150200010001	CODO CPVC DE 1/2" x 45°	und	36.0000	4.50	162.00
02150200010004	CODO PVC UNIÓN FLEXIBLE DN 160 MM X 45°	und	18.0000	22.50	405.00
02150200020001	CODO CPVC DE 1/2" x 90°	und	18.0000	4.20	75.60
02150400010005	ADAPTADOR ROSCADO PVC 1/2"	und	24.0000	4.00	96.00
02160200-2	GRASS Y FLORES ORNAMENTALES, PUESTO EN OBRA	qlb	5.0310	100.00	503.10
02190300010003	SOLUCIÓN ANTISÉPTICA DE YODO	l	1.0000	26.00	26.00
02191300010016	TUBERÍA PVC S/P 5M X 1" CL 10	m	15.0775	7.00	105.54

Fecha : 27/01/2022 10:49:06a. m.



Juan Gabriel Edwin Angulo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 223860

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1101001 CREACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PASAJE DANIEL ALCIDES CARRIÓN DRA. 01,02,03,04 Y EL JR. SANTA ANA CDRA. 13, DISTRITO DE CHACHAPOYAS-PROVINCIA DE CHACHAPOYAS-DEPARTAMENTO DE AMAZONAS-CUI N° 2487977-PRIMERA ETAPA

Subpresupuesto 001
Fecha 27/01/2022

Lugar 010101 AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
02191300010018	TUBERÍA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2"	m	81.0000	4.50	364.50
02191300010019	TUBERÍA PVC UF 160 MM	m	63.0000	38.50	2,425.50
0219150002	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE	und	18.0000	80.00	1,440.00
0219150003	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA PARA CONEXIÓN DE AGUA	und	18.0000	100.00	1,800.00
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal	3.0000	135.00	405.00
0222120002	LUBRICANTE PARA TUBERIAS	qln	0.9000	60.00	54.00
0222140008	PARACETAMOL	cja	1.0000	23.00	23.00
0222140009	BOTELLA PERSONAL DE AGUA DE CONSUMO HUMANO 625 ML	Bot	2,400.0000	1.00	2,400.00
02221900010005	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	qln	61.9520	63.50	3,933.95
0225060012	ROLLO DE PAPEL TOALLA	und	60.0000	2.80	168.00
02250700010006	ZAPATOS DE SEGURIDAD	par	24.0000	70.00	1,680.00
0231010003	MADERA TORNILLO SEPILLADA	p2	2,953.6822	4.50	13,291.57
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2	82.4370	2.00	164.87
0231040003	ESTACAS DE ACERO CORRUGADO	und	72.7760	4.00	291.10
0231220002	PANEL INFORMATIVO IMPRESO SOBRE CUIDADOS ANTE EL COVID-19	und	1.0000	45.00	45.00
0237070004	TAPÓN HEMBRA PVC 1/2"	und	6.0000	2.20	13.20
02380100030004	LIJA	plq	30.6000	3.20	97.92
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	3.2015	65.00	208.10
0240020016	PINZA	und	2.0000	3.00	6.00
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	11.3610	13.50	153.37
0240060011	PINTURA PARA TRAFICO	qln	8.2362	75.00	617.72
02400800150002	SOLVENTE XILOL	qln	3.3067	70.00	231.47
02401500010007	IMPRIMANTE PARA JUNTA ELASTOMÉRICA	qln	0.8345	250.00	208.63
0244010002	TRAJE PARA PROTECCIÓN BIOLÓGICA	und	1.0000	65.00	65.00
0255090003	GAFAS DE PROTECCIÓN	und	1.0000	28.00	28.00
02560400010008	LLAVE DE TOMA PVC CON PESTAÑA, INCLYE TUERCA Y NIPLE	und	18.0000	15.00	270.00
02630200010013	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE POSTE METÁLICO PARA SOPORTE DE SEÑALES (INLCUYE BASE DE CONCRETO)	und	2.0000	350.00	700.00
02631200010003	POSTES DE MADERA DE 1.20M X 1/2X1/2"	und	8.0000	20.00	160.00
02670100010010	CASCO DE SEGURIDAD COLOR BLANCO	und	5.0000	28.00	140.00
02670100010011	CASCO DE SEGURIDAD COLOR VERDE	und	2.0000	22.00	44.00
02670100010012	CASCO DE SEGURIDAD COLOR AZUL	und	4.0000	22.00	88.00
02670100010013	CASCO DE SEGURIDAD COLOR AMARILLO	und	6.0000	22.00	132.00
02670100010014	CASCO DE SEGURIDAD COLOR ANARANJADO	und	7.0000	22.00	154.00
0267010003	BARBIQUEJO	und	24.0000	9.00	216.00
0267020010	LENTES DE SEGURIDAD DE LUNA CLARA	und	23.0000	15.00	345.00
0267020011	LENTES DE SEGURIDAD DE LUNA OSCURA	und	23.0000	10.00	230.00
0267040010	MASCARILLA QUIRÚRGICA DESCARTABLE	und	3,120.0000	0.50	1,560.00
0267050001	GUANTES DE CUERO	par	22.0000	17.00	374.00
0267050009	GUANTES DE BADANA	par	22.0000	12.00	264.00
0267050011	GUANTES DE SUPERFLEX	par	22.0000	12.00	264.00
0267050012	GUANTES QUIRÚRGICOS	par	10.0000	3.00	30.00
0267050013	GUANTES DE PROTECCIÓN BIOLÓGICA	par	5.0000	4.00	20.00
0267060017	CORTAVIENTO PARA CASCO	und	24.0000	9.00	216.00
0267060021	UNIÓN UNIVERSAL PVC 1/2"	und	24.0000	9.00	216.00
0267060022	CHALECO DE COLOR PLOMO	und	5.0000	25.00	125.00
0267060023	CHALECO DE COLOR VERDE	und	2.0000	25.00	50.00
0267060024	CHALECO DE COLOR AZUL	und	4.0000	25.00	100.00
0267060025	CHALECO DE COLOR AMARILLO	und	6.0000	25.00	150.00
0267060026	CHALECO DE COLOR ANARANJADO	und	7.0000	25.00	175.00
0267060027	PANTALONES DE COLOR AZUL	und	4.0000	50.00	200.00
0267060028	PANTALONES DE COLOR AMARILLO	und	6.0000	50.00	300.00
0267060029	PANTALONES DE COLOR ANARANJADO	und	7.0000	50.00	350.00
0267060030	POLOS DE ALGODÓN	und	24.0000	28.00	672.00

Fecha : 27/01/2022 10:49:06a. m.



Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0267070007	BOTAS DE JEBE CAÑA ALTA CON PUNTA REFORZADA	par	22.0000	40.00	880.00
0267070008	BOTAS PARA PROTECCIÓN BIOLÓGICA	par	1.0000	65.00	65.00
0267090015	CARETA FACIAL PARA CASCO	und	10.0000	20.00	200.00
02671000050003	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS PREFABRICADO	und	1.0000	45.00	45.00
0267100013	COLLARIN DE ESTABILIZACIÓN CERVICAL	und	1.0000	110.00	110.00
0267100014	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PQS) 12 KG	und	1.0000	210.00	210.00
02671100040007	SEÑAL PREVENTIVA 0.60 X 0.60M	und	1.0000	120.00	120.00
02671100040008	SEÑAL REGLAMENTARIA DE 0.60 X 0.60M	und	1.0000	120.00	120.00
02671100160007	SEÑALÉTICA IMPRESA EN VINIL DE 0.30X0.30M.	und	15.0000	20.00	300.00
0267110022	TRANQUERA	und	2.0000	100.00	200.00
0267110023	CONOS DE SEGURIDAD	und	6.0000	30.00	180.00
0267110024	PALETA BAJO LA LENGUA	pat	1.0000	12.00	12.00
0268010003	CAJA ORGANIZADORA DE PLÁSTICO	und	1.0000	45.00	45.00
02683000010005	TAPA Y MARCO PARA CAJA DE MEDIDOR DE AGUA	und	18.0000	60.00	1,080.00
02683000010006	TAPONES AUDITIVOS REUTILIZABLES	par	24.0000	3.00	72.00
02683000010007	OREJERAS	par	8.0000	25.00	200.00
0270010292	CORDON DE RESPALDO PARA SELLANTE E=20MM	m	219.0720	1.20	262.89
0271050139	AFIRMADO PUESTO EN OBRA	m3	316.3030	50.00	15,815.15
0272040053	ELECTRODO PUNTO AZUL	kq	3.6963	22.00	81.32
0272070040	PLANCHA DE TECNOPOR DE 1"X4"X8"	pln	29.6025	19.00	562.45
0276020077	CINTA DE SEÑALIZACIÓN	rlf	3.0000	30.00	90.00
0279010050	VENDA ELÁSTICA	und	2.0000	5.50	11.00
0279010051	ESPARADRAPO	und	2.0000	9.00	18.00
0279010052	GASA ESTERILIZADA	cja	1.0000	12.00	12.00
0279010053	VENDA TRIANGULAR	und	1.0000	20.00	20.00
0279010054	ALCOHOL AL 70%	l	1.0000	20.00	20.00
0279010055	JABÓN LÍQUIDO	l	10.0000	15.00	150.00
0279010056	ALCOHOL EN GEL	l	5.0000	30.00	150.00
02901000020016	SELLO ELASTOMÉRICO BASE POLIURETANO	qln	7.3025	250.00	1,825.63
02901000020017	TIJERAS PUNTA ROMA	und	1.0000	18.00	18.00
0290110008	BOLSAS PLÁSTICAS PARA TACHOS DE BASURA	cto	1.0000	28.00	28.00
0290130022	AGUA PARA TRABAJOS DE OBRA	m3	162.0580	5.00	810.29
0290130028	DETERGENTE	kq	2.0000	15.00	30.00
0290130029	AGUA PARA LAVADO Y DESINFECCIÓN	m3	3.6000	5.00	18.00
0290150030	TACHO DE BASURA	und	2.0000	60.00	120.00
0290230053	ALGODON	pat	2.0000	7.50	15.00
0290230060	AGUA OXIGENADA	l	1.0000	18.00	18.00
0290230061	PRUEBAS SEROLÓGICAS	und	29.0000	130.00	3,770.00
02902400010028	LEÑA	tercio	17.2766	8.00	138.21
02902400010030	LEJÍA	l	2.0000	12.00	24.00
02902800020003	CINTA TEFLÓN 1/2"	und	9.9600	1.80	17.93
02903200090039	CANASTILLA O TABLA DE RESCATE	und	1.0000	275.00	275.00
0290320011	TERMÓMETRO DIGITAL CLÍNICO INFRAROJO	und	1.0000	180.00	180.00
0291020003	ABONO ORGÁNICO	kq	5.0310	4.00	20.12
0292010001	CORDEL	m	457.8724	0.25	114.47
					210,641.36
EQUIPOS					
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	8.7850	20.00	175.70
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	5.8650	10.00	58.65
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3,102.92
03010300030002	SOLDADORA	hm	14.7852	15.00	221.78
03010300090002	PEINE METÁLICO TEXTURIZADO PARA PAVIMENTO	hm	6.1999	10.00	62.00
0301030011	SOPLATEADOR MANUAL	hm	17.8974	5.00	89.49
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.9756	48.00	46.83

Fecha : 27/01/2022 10:49:06a. m.



Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
030110000003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP, 7-9 T	hm	40.3664	170.00	6,862.29
0301100007	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	61.8533	20.00	1,237.07
0301110003	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	22.3718	22.00	492.18
03011200020001	EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	3.7102	29.00	107.60
0301120006	MAQUINA PARA PINTAR CONCRETO	hm	3.4728	25.00	86.82
03011400020004	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	33.4240	20.00	668.48
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	16.7120	125.00	2,089.00
03011600020005	MINI CARGADOR 70 HP 0.50 YD3	hm	26.2444	150.00	3,936.66
0301160004	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	30.2979	190.00	5,756.60
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.1 - 2.75 YD3	hm	9.0640	320.00	2,900.48
03011700020010	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 YD3	hm	43.9706	200.00	8,794.12
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	11.6938	250.00	2,923.45
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	37.6813	350.00	13,188.46
0301220009	CAMIÓN VOLQUETE DE 15 M³	hm	28.2979	190.00	5,376.60
0301220010	CAMIÓN CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000G	hm	29.7326	230.00	6,838.50
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	127.2700	10.00	1,272.70
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8HP 9 P3	hm	101.7356	25.00	2,543.39
03013600010003	MOCHILA ASPERSORA MANUAL	und	1.9637	295.00	579.29
0301390009	BARRENOS	hm	33.4240	12.00	401.09
0301390010	PISTOLA APLICADORA DE SELLANTE	hm	17.8974	5.00	89.49
0301390011	COLOCADOR DE CORDON DE RESPALDO	hm	17.8974	4.00	71.59
0301400005	SEÑAL "ZONA DE TRABAJO PC-01" PANEL TRIPLAY 0.60X0.60M Y SOPORTE DE MADERA H=1.0 M	und	2.0000	125.00	250.00
0301400006	SEÑAL "MAQUINARIA EN LA VÍA PC-03" PANEL TRIPLAY 0.60X0.60M Y SOPORTE DE MADERA H=1.0 M	und	2.0000	120.00	240.00
0301400007	SEÑAL "BANDERILLERO PC-03" PANEL TRIPLAY 0.60X0.60M Y SOPORTE DE MADERA H=1.0 M	und	2.0000	100.00	200.00
0301400008	SEÑAL "DESVIO A XXXX M IC-03" PANEL TRIPLAY 0.56X0.31.5CM / SOPORTE DOBLE DE MADERA H=0.70 M	und	2.0000	120.00	240.00
					70,903.23
SUBCONTRATOS					
04000100010016	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACÉN Y OFICINA	mes	1.6700	900.00	1,503.00
04000100010017	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto	1.0000	1,500.00	1,500.00
04000100010018	MONITOREO DEL RUIDO	pto	1.0000	750.00	750.00
04000100010019	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	1.0000	2,000.00	2,000.00
04000100010020	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL SUELO	pto	1.0000	2,000.00	2,000.00
04000100010021	REHUBICACIÓN DE POSTES ELÉCTRICOS	est	0.5000	4,860.00	2,430.00
04000100010022	FLETE TERRESTRE DESDE LIMA HASTA CHACHAPOYAS	qlb	1.0000	1,218.49	1,218.49
04000100010023	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAVATORIO DE ESTRUCTURA METÁLICA CON TANQUE PVC, LAVATORIO METÁLICO, GRIFOS Y ACCESORIO	und	1.0000	1,800.00	1,800.00
04000100010025	DESINFECCIÓN DE ÁREAS LABORALES (OFICINAS, BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES, VESTIDORES Y DEMÁS)	Vcs	7.0000	100.00	700.00
04000100010026	ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES	und	2.0000	900.00	1,800.00
					15,701.49
Total				S/.	390,916.56



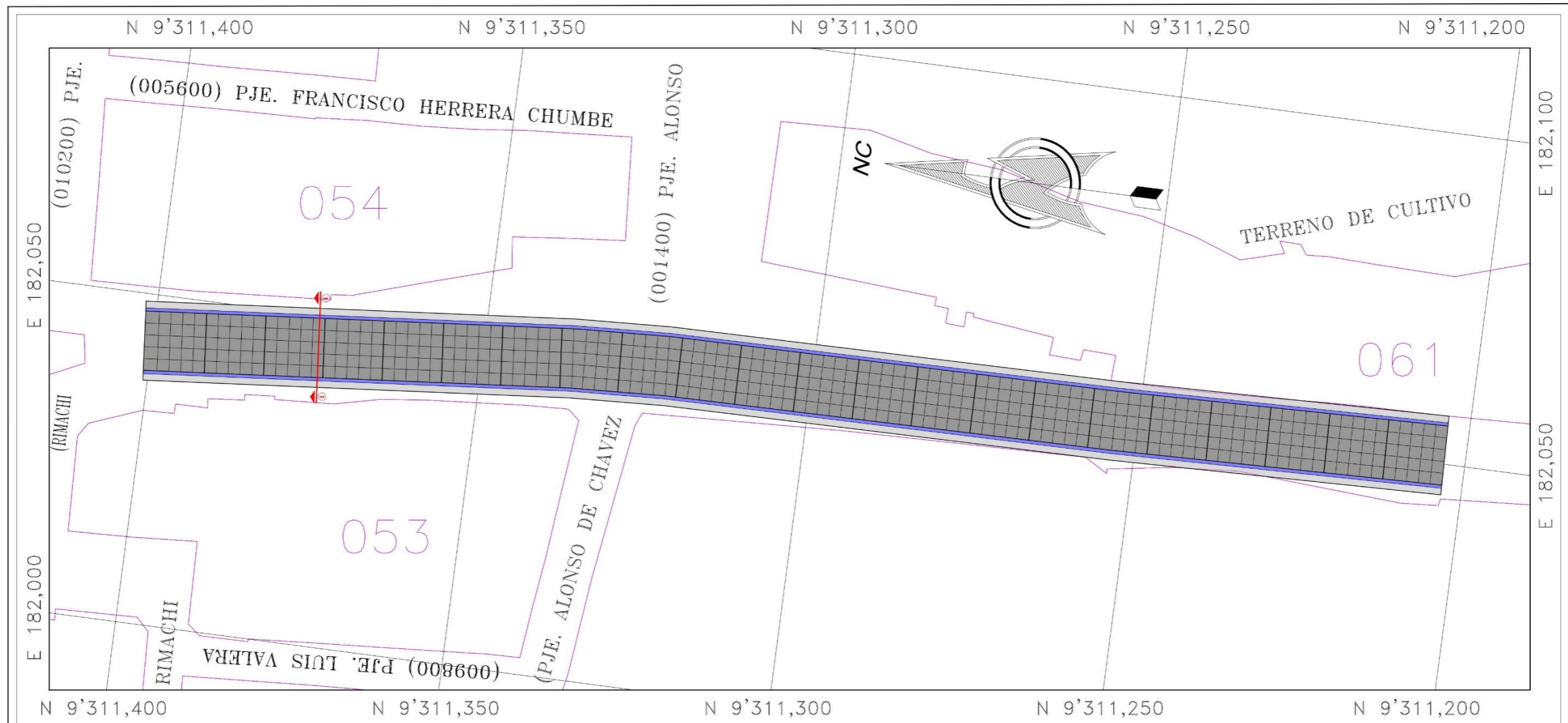
 Juan Gabriel Angulo

 INGENIERO CIVIL

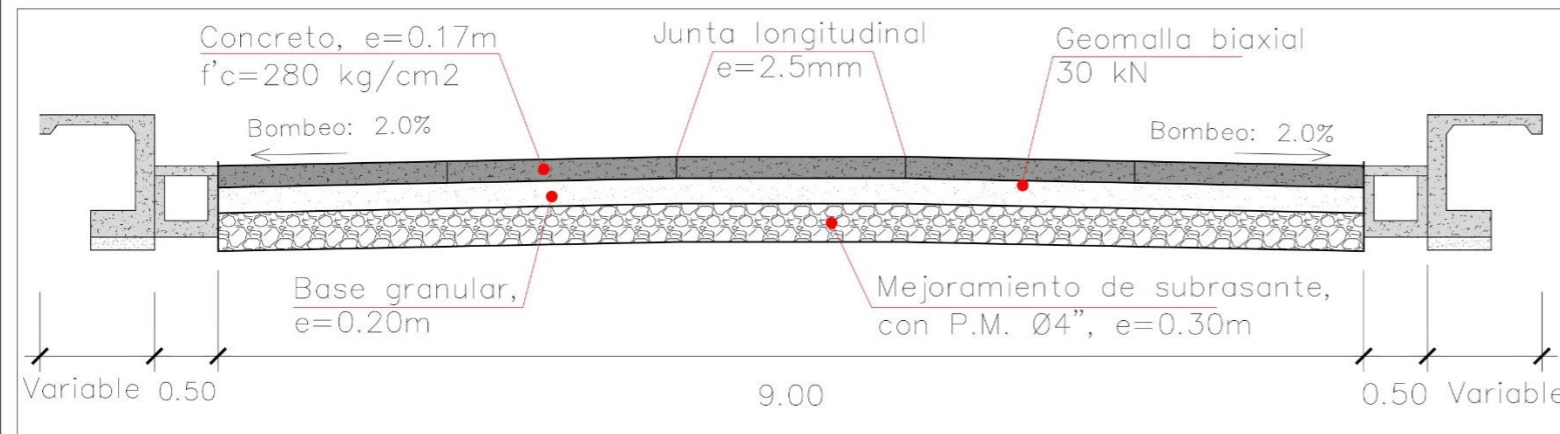
 N° 223860

Fecha : 27/01/2022 10:49:06a. m.

Anexo 11: Planos de planta y sección transversal del pavimento delgado de concreto (TCP)



PLANO - AV. AEROPUERTO CDRA 04 Y 05
ESCALA: 1/500



CORTE 1-1 - SECCIÓN CALZADA
ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

TESIS:
VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022.

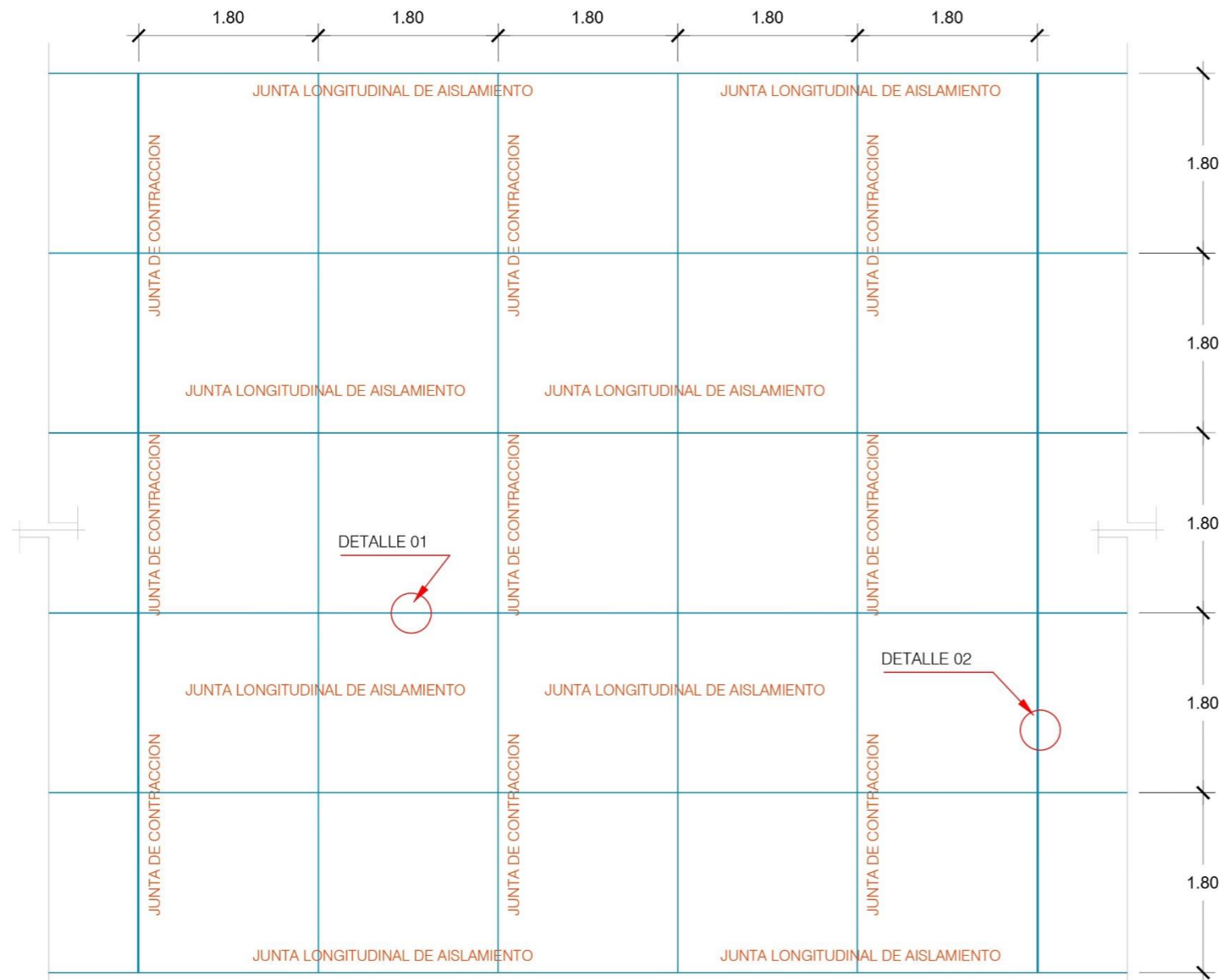
PLANO:
PAVIMENTO TCP

LÁMINA:
A-01

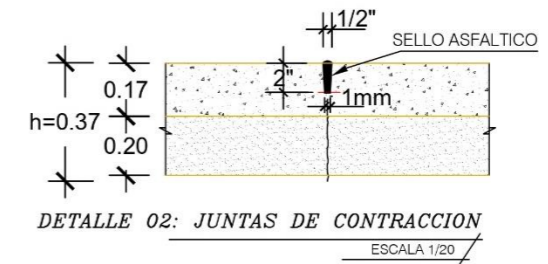
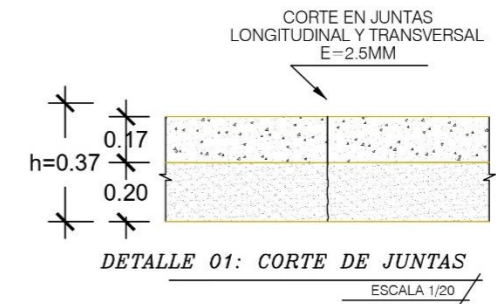
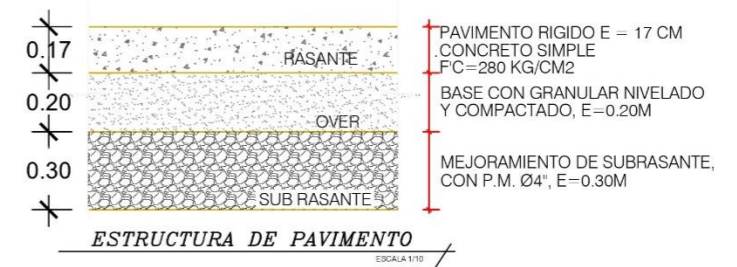
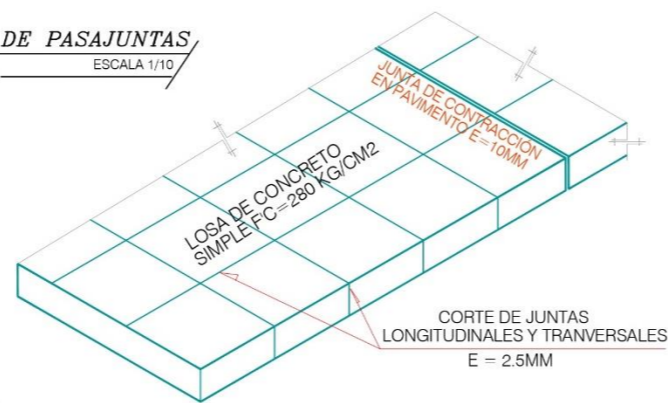
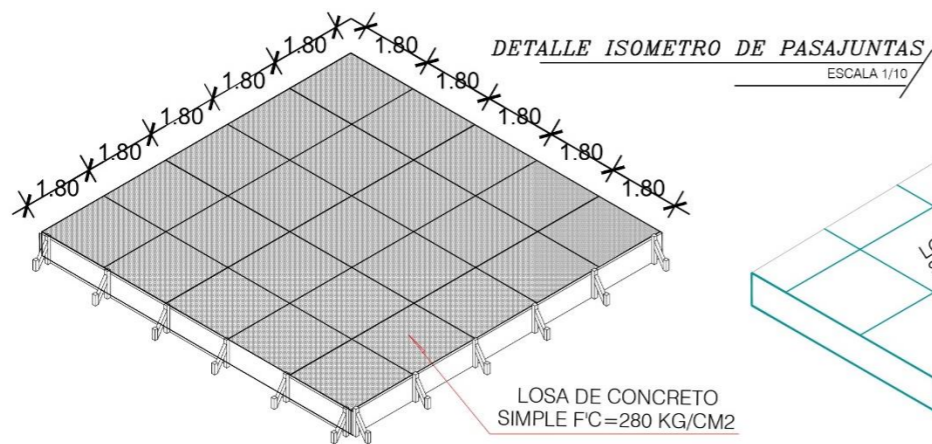
FECHA:
 NOVIEMBRE - 2022

BACHILLER:
 CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Anexo 12: Plano de detalles del pavimento delgado de concreto (TCP)



DETALLE DE DIMENSIONES PAVIMENTO TCP
ESCALA: 1/50



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- PAVIMENTO:
- CONCRETO f'c= 280 kg/cm2
- ACERO f'y = 4200 kg/cm

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

TESIS:
VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022.

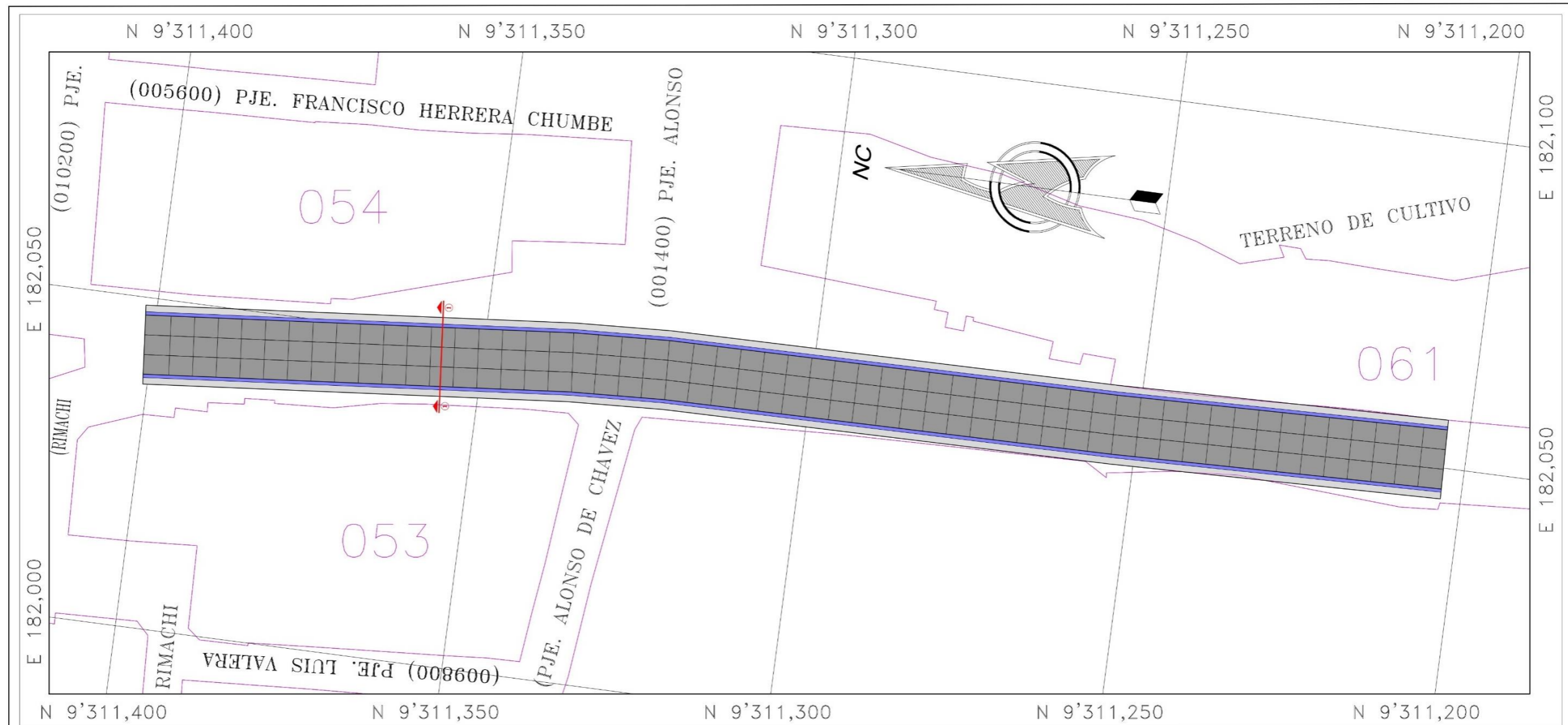
PLANO: **DETALLES PAVIMENTO TCP**

LÁMINA:
A-02

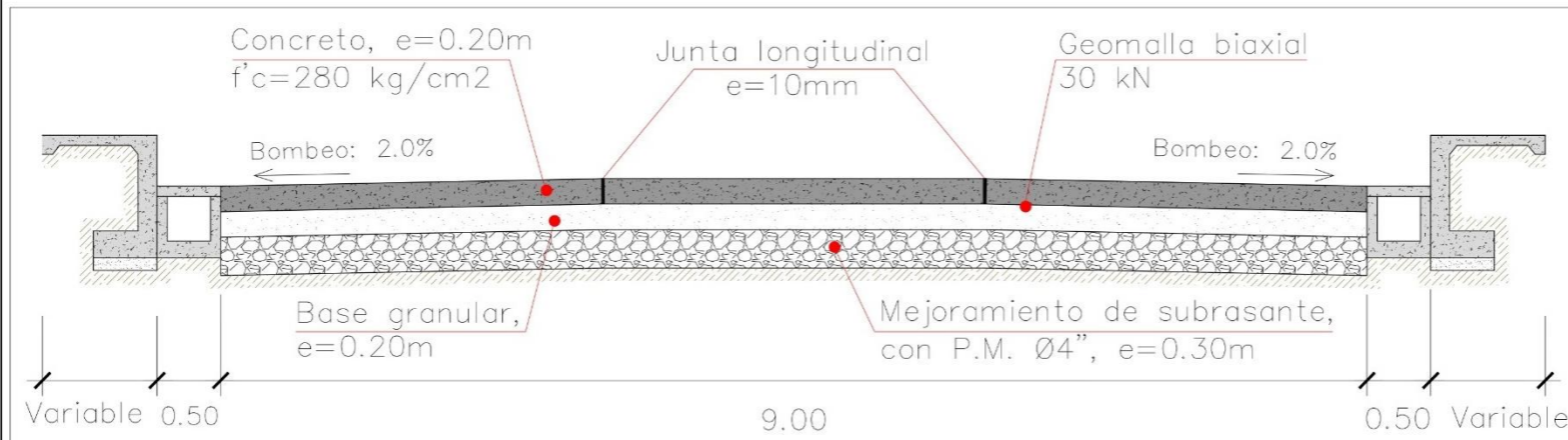
FECHA:
NOVIEMBRE - 2022

BACHILLER:
CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Anexo 13: Planos de planta y sección transversal del pavimento rígido tradicional (AASHTO93)



PLANO - AV. AEROPUERTO CDRA 04 Y 05
 ESCALA: 1/500



CORTE 1-1 - SECCIÓN CALZADA
 ESCALA: 1/50

**UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA**

TESIS:
VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022.

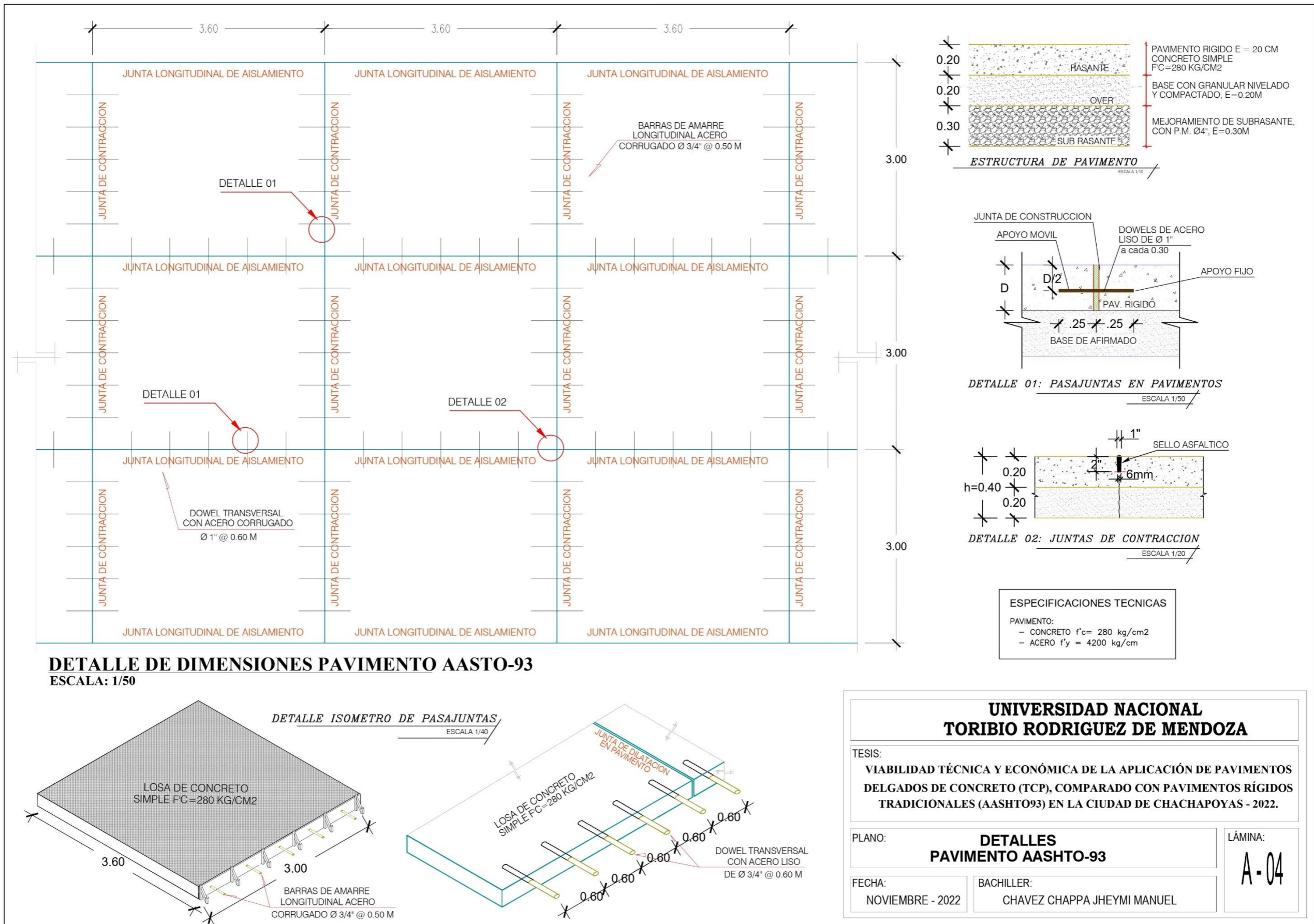
PLANO:
PAVIMENTO AASHTO-93

LÁMINA:
A-03

FECHA:
 NOVIEMBRE - 2022

BACHILLER:
 CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Anexo 14: Plano de detalles del pavimento rígido tradicional (AASHTO93)



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

TESIS:
VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - 2022.

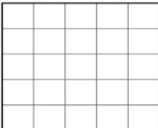

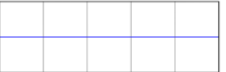
PLANO:
DETALLES PAVIMENTO AASHTO-93

LÁMINA:
A-04

FECHA:
 NOVIEMBRE - 2022

BACHILLER:
 CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Anexo 15: Sustento de metrados del pavimento rígido TCP

METRADOS													
Proyecto:		VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022											
Lugar :		REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas											
Tesisista:		CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL											
Fecha:		11/11/2022											
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	Elem. Simil.	DIMENSIONES			N° Veces	PARCIAL DE METRADOS					TOTAL
				Largo	Ancho	Altura		Long.	Área	Vol.	Kg	Und.	
00.01	TRABAJOS PRELIMINARES												
00.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS												
00.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA (INCLUYE CUNETAS)	m3	1.00	198.00	9.00	0.70	1.00			1247.40			1247.40
00.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	198.00	9.00	0.70	1.00			1247.40			1247.40
00.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.02.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.02.05	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=020 M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.02.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3,95 X 50 M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.03	LOSA DE CONCRETO												
00.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RÍGIDO	m2											153.90
	LONGITUDINAL DERECHA		1.00	198.00		0.19			37.62				
	LONGITUDINAL IZQUIERDA		1.00	198.00		0.19			37.62				
	TRANSVERSAL		2.00	9.00		0.19	23.00		78.66				
	 Se encofrará losas de 9 x 9 m, para lo cual se requiere de encofrado transversal												
00.03.02	CONCRETO HIDRÁULICO F'C=300 KG/CM2	m3	5.00	1.80	1.80	0.17	110.00			302.94			302.94
00.03.03	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00				1782.00
00.03.04	CORTE DE JUNTAS DE 2MM	m											1971.00
	LONGITUDINALES 		5.00	1.80			110.00	990.00					
	TRANSVERSLES 		5.00	1.80			109.00	981.00					
00.03.05	JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	m	1.00	9.00			11.00	99.00					99.00

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022
 Lugar : REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas
 Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL
 Fecha: 11/11/2022

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	TOTAL METRADO
00.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
00.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1782.00
00.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
00.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA (INCLUYE CUNETAS)	m3	1247.40
00.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1247.40
00.02.03	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	1782.00
00.02.04	MEJORAMIENTO DE LA SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	m2	1782.00
00.02.05	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=020 M	m2	1782.00
00.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3,95 X 50 M	m2	1782.00
00.03	LOSA DE CONCRETO		
00.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RÍGIDO	m2	153.90
00.03.02	CONCRETO HIDRÁULICO F'C=300 KG/CM2	m3	302.94
00.03.03	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	1782.00
00.03.04	CORTE DE JUNTAS DE 2MM	m	1971.00
00.03.05	JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION	m	99.00

Anexo 16: Análisis de económico de pavimento rígido TCP

RW7+

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022
 Lugar : REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas
 Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL
 Fecha: 15/11/2022

PARTIDAS	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01 PAVIMENTO DELGADO DE CONCRETO (TCP)				475 377.54
01.01 TRABAJOS PRELIMINARES				3 617.46
01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1782	2.03	3 617.46
01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS				207 048.80
01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA	M3	1247.4	3.74	4 665.28
01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1247.4	19.13	23 862.76
01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	1782	3.72	6 629.04
01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	M2	1782	50.41	89 830.62
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M	M2	1782	36.41	64 882.62
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3.95 X 50	M2	1782	9.64	17 178.48
01.03 LOSA DE CONCRETO				264 711.28
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	153.9	95.43	14 686.68
01.03.02 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2	M3	302.94	643.35	194 896.45
01.03.03 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1782	3.91	6 967.62
01.03.04 CORTE DE JUNTAS DE 2.5MM	M	1971	23.32	45 963.72
01.03.05 JUNTAS TRANSVERSALES	M	99	22.19	2 196.81
COSTO DIRECTO				475 377.54

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por CONTRATA en Soles

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP),
COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022
Lugar REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas
Fecha 15/11/2022

01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento: 1000 M2/día		Precio unitario directo por: M2			2.03	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1004	PEON	HH	4	0.0320	17.29	0.55
1005	TOPÓGRAFO	HH	1	0.0080	27.56	0.22
0.77						
Materiales						
3511	YESO EN BOLSAS DE 5 kg	BLS		0.0100	12.00	0.12
3515	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"	KG		0.0400	7.50	0.30
3516	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INC. CORTE	P2		0.1000	4.50	0.45
3528	CORDEL	M		0.5200	0.25	0.13
1.00						
Equipos						
6002	NIVEL TOPOGRÁFICO	HM	1	0.0080	10.00	0.08
6003	ESTACIÓN TOTAL	HM	1	0.0080	20.00	0.16
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.77	0.02
0.26						

01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA

Rendimiento: 450 M3/día		Precio unitario directo por: M3			3.74	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.2	0.0036	19.13	0.07
1004	PEON	HH	2	0.0356	17.29	0.62
0.69						
Equipos						
6013	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	0.3	0.0053	250.00	1.33
6014	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.1-2.75 YD3	HM	0.3	0.0053	320.00	1.70
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.69	0.02
3.05						

01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 250 M3/día		Precio unitario directo por: M3			19.13	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.5	0.0160	19.13	0.31
1004	PEON	HH	1	0.0320	17.29	0.55
0.86						
Equipos						
6022	CAMIÓN VOLQUETE DE 15 M3	HM	2	0.0640	190.00	12.16
6023	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 DY3	HM	1	0.0320	190.00	6.08
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.86	0.03
18.27						

01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES ZONAS CORTE

Rendimiento: 1800 M2/día		Precio unitario directo por: M2			3.72	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.5	0.0022	19.13	0.04
1004	PEON	HH	4	0.0178	17.29	0.31
0.35						
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0125	5.00	0.06
0.06						
Equipos						
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0044	230.00	1.01
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0044	350.00	1.54
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0044	170.00	0.75
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.35	0.01
3.31						

01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M

Rendimiento: 300 M2/día		Precio unitario directo por: M2			50.41	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	1	0.0267	19.13	0.51
1004	PEON	HH	8	0.2133	17.29	3.69
4.20						
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1000	5.00	0.50
3537	PIEDRA 4"-6" PUESTO EN OBRA	M3		0.3500	73.00	25.55

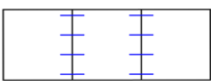

					26.05	
Equipos						
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0267	230.00	6.14
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0267	350.00	9.35
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0267	170.00	4.54
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.20	0.13
					20.16	
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M						
Rendimiento: 300 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	1	0.0267	19.13	0.51
1004	PEON	HH	6	0.1600	17.29	2.77
					3.28	
Materiales						
3533	AFIRMADO PUESTO EN OBRA	M3		0.2500	50.00	12.50
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1000	5.00	0.50
					13.00	
Equipos						
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0267	230.00	6.14
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0267	350.00	9.35
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0267	170.00	4.54
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.28	0.10
					20.13	
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3.95 X 50 M						
Rendimiento: 395 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0203	24.22	0.49
1004	PEON	HH	4	0.0810	17.29	1.40
					1.89	
Materiales						
3530	GEOMALLA BIAIXIAL 30S 3.95X50M, 30KN/m ASTM D 6637	M2		1.0700	6.25	6.69
3531	GRAPAS DE ACERO CORRUGADO ϕ 6MM, DE L=10CM X A=5CM	UND		2.0000	0.50	1.00
					7.69	
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.89	0.06
					0.06	
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO						
Rendimiento: 13 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.6154	24.22	14.90
1003	OFICIAL	HH	1	0.6154	19.13	11.77
1004	PEON	HH	4	2.4615	17.29	42.56
					69.23	
Materiales						
3515	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"	KG		0.2000	7.50	1.50
3516	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INC. CORTE	P2		3.8500	4.50	17.33
3517	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	KG		0.1000	0.85	0.09
3520	ACERO CORRUGADO 3/4"X9M PARA BARROTOS	KG		1.0500	4.95	5.20
					24.12	
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	69.23	2.08
					2.08	
01.03.02 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2						
Rendimiento: 17 M3/día						
Precio unitario directo por: M3						
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	3	1.4118	24.22	34.19
1003	OFICIAL	HH	2	0.9412	19.13	18.01
1004	PEON	HH	10	4.7059	17.29	81.37
					133.57	
Materiales						
3505	ARENA GRUESA PUESTA EN OBRA	M3		0.4000	60.00	24.00
3508	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		13.3400	32.00	426.88
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1880	5.00	0.94
3538	PIEDRA CHANCADA DE 3/4" PUESTO EN OBRA	M3		0.5800	60.00	34.80
					486.62	
Equipos						
6016	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1	0.4706	10.00	4.71
6017	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1	0.4706	25.00	11.77
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	133.57	6.68
					23.16	
01.03.03 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR						
Rendimiento: 200 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						
					3.91	

Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1004	PEON	HH	1	0.0400	17.29	0.69
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0250	5.00	0.13
3539	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	GLN		0.0450	63.50	2.86
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.69	0.02
7153	MOCHILA ASPERSORA MANUAL	UND		0.0007	295.00	0.21
						0.23
01.03.04 CORTE DE JUNTAS DE 2.5MM						
Rendimiento: 450 M/día			Precio unitario directo por: M			23.32
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0178	24.22	0.43
Materiales						
3543	DISCO DE CORTE DE 1/8"	PZA		3.0000	7.50	22.50
Equipos						
6021	CORTADORA DE PAVIMENTO	HM	1	0.0178	22.00	0.39
						0.39
01.03.05 JUNTAS TRANSVERSALES						
Rendimiento: 100 M/día			Precio unitario directo por: M			22.19
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	2	0.1600	24.22	3.88
1004	PEON	HH	2	0.1600	17.29	2.77
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0500	5.00	0.25
3540	IMPRIMANTE PARA JUNTAS ELASTOMÉRICA	GLN		0.0040	250.00	1.00
3542	SELLO ELASTOMÉRICO BASE POLIURETANO	GLN		0.0350	250.00	8.75
3548	CORDON DE RESPALDO PARA SELLANTE E=10MM	M		0.0500	1.20	0.06
Equipos						
6018	SOPLETEADOR MANUAL	HM	5	0.4000	5.00	2.00
6019	PISTOLA APLICADORA DE SELLANTE	HM	5	0.4000	5.00	2.00
6020	COLOCADOR DE CORDON DE RESPALDO	HM	4	0.3200	4.00	1.28
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.65	0.20
						5.48

Anexo 17: Sustento de metrados del pavimento rígido AASHTO93

METRADOS

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93)
 EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022
 Lugar : REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas
 Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL
 Fecha: 11/11/2022

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº Veces	PARCIAL DE METRADOS					TOTAL	
				Largo	Ancho	Altura		Long.	Área	Vol.	Kg	Und.		
00.01	TRABAJOS PREMINARES													
00.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
00.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA (INCLUYE CUNETAS)	m3	1.00	198.00	9.00	0.75	1.00				1336.50			1336.50
00.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	198.00	9.00	0.75	1.00				1336.50			1336.50
00.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.02.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.02.05	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=020 M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.02.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3,95 X 50 M	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.03	LOSA DE CONCRETO													
00.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RÍGIDO	m2												285.12
	LONGITUDINAL DERECHA		1.00	198.00		0.22				43.56				
	LONGITUDINAL IZQUIERDA		1.00	198.00		0.22				43.56				
	PARA LONGITUDINAL DE AMARRE		1.00	198.00		0.22	2.00			87.12				
	PARA JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN		1.00	9.00		0.22	56.00			110.88				
00.03.02	BARRAS DE AMARRE LONGITUDINAL CON ACERO CORRUGADO DE $\phi=3/4"$	kg	8.00	1.00	kg/m =	2.24	55.00					1423.40		1423.40
	 Longitud de barra: 1.00 m Diámetro de barra: 3/4" kg/m: 2.235													
00.03.03	DOWEL TRANSVERSAL CON ACERO LISO DE $\phi 1"$	kg	12.00	0.70	kg/m =	3.97	54.00					3028.10		3028.10
	 Longitud de barra: 0.70 m Diámetro de barra: 1" kg/m: 3.973													
00.03.04	CONCRETO HIDRÁULICO F'c=300 KG/CM2	m3	3.00	3.60	3.00	0.20	55.00				356.40			356.40
00.03.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	1.00	198.00	9.00		1.00		1782.00					1782.00
00.03.06	JUNTA LONGITUD Y TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	m												891.00
	LONGITUDINAL		2.00	3.60			55.00	396.00						
	TRANSVERSAL		3.00	3.00			55.00	495.00						

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022

Lugar : REGIÓN: Amazonas, PROVINCIA: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas

Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Fecha: 11/11/2022

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	TOTAL METRADO
00.01	TRABAJOS PREMINARES		
00.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	1782.00
00.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
00.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA (INCLUYE CUNETAS)	m3	1336.50
00.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1336.50
00.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	1782.00
00.02.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	m2	1782.00
00.02.05	BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=020 M	m2	1782.00
00.02.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3,95 X 50 M	m2	1782.00
00.03	LOSA DE CONCRETO		
00.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	m2	285.12
00.03.02	BARRAS DE AMARRE LONGITUDINAL CON ACERO CORRUGADO DE $\phi=3/4"$	kg	1423.40
00.03.03	DOWEL TRANSVERSAL CON ACERO LISO DE $\phi 1"$	kg	3028.10
00.03.04	CONCRETO HIDRÁULICO F'C=300 KG/CM2	m3	356.40
00.03.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	1782.00
00.03.06	JUNTA LONGITUD Y TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	m	891.00

Anexo 18: Análisis de económico de pavimento rígido AASHTO93

RW7+

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP), COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022

Lugar : REGIÓN: Amazonas, REGIÓN: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas

Tesista: CHAVEZ CHAPPA JHEYMI MANUEL

Fecha: 15/11/2022

PARTIDAS	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01 PAVIMENTO RÍGIDO TRADICIONAL (AASHTO93)				533 340.48
01.01 TRABAJOS PRELIMINARES				3 617.46
01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1782	2.03	3 617.46
01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS				209 086.52
01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA	M3	1336.5	3.74	4 998.51
01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1336.5	19.13	25 567.25
01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	1782	3.72	6 629.04
01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M	M2	1782	50.41	89 830.62
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M	M2	1782	36.41	64 882.62
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3.95 X 50	M2	1782	9.64	17 178.48
01.03 LOSA DE CONCRETO				320 636.50
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO	M2	285.12	95.43	27 209.00
01.03.02 BARRAS DE AMARRE LONGITUDINAL CON ACERO CORRUGADO DE	KG	1423.4	6.83	9 721.82
01.03.03 DOWEL TRANSVERSAL CON ACERO LISO DE $\phi 1"$	KG	3028.1	9.14	27 676.83
01.03.04 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2	M3	356.4	643.35	229 289.94
01.03.05 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1782	3.91	6 967.62
01.03.06 JUNTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	M	891	22.19	19 771.29
COSTO DIRECTO				533 340.48

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por CONTRATA en Soles

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DELGADOS DE CONCRETO (TCP),
COMPARADO CON PAVIMENTOS RÍGIDOS TRADICIONALES (AASHTO93) EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – 2022
Lugar REGIÓN: Amazonas, REGIÓN: Chachapoyas, DISTRITO: Chachapoyas
Fecha 15/11/2022

01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento: 1000 M2/día		Precio unitario directo por: M2			2.03	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1004	PEON	HH	4	0.0320	17.29	0.55
1005	TOPÓGRAFO	HH	1	0.0080	27.56	0.22
0.77						
Materiales						
3511	YESO EN BOLSAS DE 5 kg	BLS		0.0100	12.00	0.12
3515	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"	KG		0.0400	7.50	0.30
3516	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INC. CORTE	P2		0.1000	4.50	0.45
3528	CORDEL	M		0.5200	0.25	0.13
1.00						
Equipos						
6002	NIVEL TOPOGRÁFICO	HM	1	0.0080	10.00	0.08
6003	ESTACION TOTAL	HM	1	0.0080	20.00	0.16
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.77	0.02
0.26						

01.02.01 CORTE A NIVEL DE SUB-RASANTE CON MAQUINARIA

Rendimiento: 450 M3/día		Precio unitario directo por: M3			3.74	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.2	0.0036	19.13	0.07
1004	PEON	HH	2	0.0356	17.29	0.62
0.69						
Equipos						
6013	TRACTOR DE ORUGAS 190-240 HP	HM	0.3	0.0053	250.00	1.33
6014	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.1-2.75 YD3	HM	0.3	0.0053	320.00	1.70
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.69	0.02
3.05						

01.02.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 250 M3/día		Precio unitario directo por: M3			19.13	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.5	0.0160	19.13	0.31
1004	PEON	HH	1	0.0320	17.29	0.55
0.86						
Equipos						
6021	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3.5 YD3	HM	1	0.0320	190.00	6.08
6022	CAMIÓN VOLQUETE DE 15M3	HM	2	0.0640	190.00	12.16
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.86	0.03
18.27						

01.02.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES ZONAS CORTE

Rendimiento: 1800 M2/día		Precio unitario directo por: M2			3.72	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	0.5	0.0022	19.13	0.04
1004	PEON	HH	4	0.0178	17.29	0.31
0.35						
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0125	5.00	0.06
0.06						
Equipos						
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0044	230.00	1.01
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0044	350.00	1.54
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0044	170.00	0.75
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.35	0.01
3.31						

01.02.04 MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.30M

Rendimiento: 300 M2/día		Precio unitario directo por: M2			50.41	
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	1	0.0267	19.13	0.51
1004	PEON	HH	8	0.2133	17.29	3.69
4.20						
Materiales						
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1000	5.00	0.50
3537	PIEDRA DE 4"-6" PUESTO EN OBRA	M3		0.3500	73.00	25.55

Equipos						26.05
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0267	230.00	6.14
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0267	350.00	9.35
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0267	170.00	4.54
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.20	0.13
						20.16
01.02.05 BASE GRANULAR PARA PAVIMENTOS E=0.20M						
Rendimiento: 300 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						36.41
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1003	OFICIAL	HH	1	0.0267	19.13	0.51
1004	PEON	HH	6	0.1600	17.29	2.77
						3.28
Materiales						
3533	AFIRMADO PUESTO EN OBRA	M3		0.2500	50.00	12.50
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1000	5.00	0.50
						13.00
Equipos						
6004	CAMIÓN CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000G	HM	1	0.0267	230.00	6.14
6006	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1	0.0267	350.00	9.35
6009	RODILLO LISO VIBR. AUTOP. 70-100 HP, 7-9T	HM	1	0.0267	170.00	4.54
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.28	0.10
						20.13
01.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA BIAIXIAL 30 S 3.95 X 50 M						
Rendimiento: 395 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						9.64
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0203	24.22	0.49
1004	PEON	HH	4	0.0810	17.29	1.40
						1.89
Materiales						
3530	GEOMALLA BIAIXIAL 30S 3.95X50M, 30KN/m ASTM D 6637	M2		1.0700	6.25	6.69
3531	GRAPAS DE ACERO CORRUGADO ϕ 6MM, DE L=10CM X A=5CM	UND		2.0000	0.50	1.00
						7.69
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.89	0.06
						0.06
01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAVIMENTO RIGIDO						
Rendimiento: 13 M2/día						
Precio unitario directo por: M2						95.43
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.6154	24.22	14.90
1003	OFICIAL	HH	1	0.6154	19.13	11.77
1004	PEON	HH	4	2.4615	17.29	42.56
						69.23
Materiales						
3515	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"	KG		0.2000	7.50	1.50
3516	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INC. CORTE	P2		3.8500	4.50	17.33
3517	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	KG		0.1000	0.85	0.09
3520	ACERO CORRUGADO 3/4"X9M PARA BARROTES	KG		1.0500	4.95	5.20
						24.12
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	69.23	2.08
						2.08
01.03.02 BARRAS DE AMARRE LONGITUDINAL CON ACERO CORRUGADO DE ϕ 3/4"						
Rendimiento: 220 KG/día						
Precio unitario directo por: KG						6.83
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0364	24.22	0.88
1003	OFICIAL	HH	1	0.0364	19.13	0.70
						1.58
Materiales						
3501	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG		1.0500	4.95	5.20
						5.20
Equipos						
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.58	0.05
						0.05
01.03.03 DOWEL TRANSVERSAL CON ACERO LISO DE ϕ 1"						
Rendimiento: 200 KG/día						
Precio unitario directo por: KG						9.14
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0400	24.22	0.97
1004	PEON	HH	2	0.0800	17.29	1.38
						2.35
Materiales						

3501	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	1.0500	4.95	5.20
3535	GRASA EP-2 MULTIPROPÓSITO	KG	0.0250	28.00	0.70
3536	ELECTRODO PUNTO AZUL	KG	0.0100	22.00	0.22
					6.12
	Equipos				
6015	SOLDADORA	HM	1	0.0400	15.00
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.35
					0.67
01.03.04 CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280 KG/CM2					
	Rendimiento: 17 M3/día			Precio unitario directo por: M3	643.35
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio
	Mano de obra				Parcial
1002	OPERARIO	HH	3	1.4118	24.22
1003	OFICIAL	HH	2	0.9412	19.13
1004	PEON	HH	10	4.7059	17.29
					133.57
	Materiales				
3505	ARENA GRUESA PUESTA EN OBRA	M3		0.4000	60.00
3508	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		13.3400	32.00
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1880	5.00
3538	PIEDRA CHANCADA DE 3/4" PUESTO EN OBRA	M3		0.5800	60.00
					486.62
	Equipos				
6016	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1	0.4706	10.00
6017	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1	0.4706	25.00
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	133.57
					23.16
01.03.05 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR					
	Rendimiento: 200 M2/día			Precio unitario directo por: M2	3.91
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio
	Mano de obra				Parcial
1004	PEON	HH	1	0.0400	17.29
					0.69
	Materiales				
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0250	5.00
3539	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	GAL		0.0450	63.50
					2.86
	Equipos				
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.69
7153	MOCHILA ASPERSORA MANUAL	UND		0.0007	295.00
					0.21
					0.23
01.03.06 JUNTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN					
	Rendimiento: 100 M/día			Precio unitario directo por: M	22.19
Cod.	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio
	Mano de obra				Parcial
1002	OPERARIO	HH	2	0.1600	24.22
1004	PEON	HH	2	0.1600	17.29
					3.88
	Materiales				
3534	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0500	5.00
3540	IMPRIMANTE PARA JUNTAS ELASTOMÉRICA	GLN		0.0040	250.00
3542	SELLO ELASTOMÉRICO BASE POLIURETANO	GLN		0.0350	250.00
3543	CORDON DE RESPALDO PARA SELLANTE E=10MM	M		0.0500	1.20
					1.00
	Equipos				
6018	SOLETEADOR MANUAL	HM	5	0.4000	5.00
6019	PISTOLA APLICADORA DE SELLANTE	HM	5	0.4000	5.00
6020	COLOCADOR DE CORDON DE RESPALDO	HM	4	0.3200	4.00
7001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.65
					1.28
					0.20
					5.48

Anexo 21: Panel fotográfico

Figura 43

Calicatas C-01 y C-02, ubicadas en las cuadras 04 y 05 de la Av. Aeropuerto



Figura 44

Tamizado de las muestras de las calicatas C-01 y C-02

Figura 45

Secado de las muestras para el Ensayo de Contenido de Humedad



Figura 46

Ensayo de límites de Atterberg



Figura 47

Ensayo de Proctor Modificado



Figura 48

Ensayo de CBR



Figura 49

Sustento del conteo vehicular del lunes 22/08/2022



Figura 50

Sustento del conteo vehicular del martes 23/08/2022



Figura 51

Sustento del conteo vehicular del miércoles 24/08/2022



Figura 52

Sustento del conteo vehicular del jueves 25/08/2022



Figura 53

Sustento del conteo vehicular del viernes 26/08/2022



Figura 54

Sustento del conteo vehicular del sábado 27/08/2022



Figura 55

Sustento del conteo vehicular del domingo 28/08/2022

