UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

Asesor:

Mg. Hebert Carlos CASTILLO PAREDES

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL	Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 155-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. PEÑA DAVILA, Nelson Nicasio

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Apellidos y nombres del Asesor

Mg. CASTILLO PAREDES, Hebert Carlos

Índice de Similitud

23 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 26 de octubre del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Luis Villar Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedicado esta tesis a mis dos hermosos hijos ya que son el motor más fiel y confiable que tengo y por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y donde pude encontrar la motivación, la pasión y la energía para trabajar en el presente proyecto. Y estar preparado para poder luchar para lo que me depare en el futuro.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.
- A mis padres por inculcarme el camino del bien, por los menajes de aliento y la excelente manera de instruirme para afrontar las verdades de esta vida.
- A mi pareja quien en el tiempo que está presente en mi vida ha velado por mi bienestar siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia ycapacidad.

RESUMEN

Este trabajo pretende difundir el uso del concreto Fast Track como una alternativa de solución rápida y eficaz en la rehabilitación de pavimentos de concreto. En ese sentido la presente tesis tiene como objetivo fundamental demostrar que mediante el uso del concreto Fast Track o concreto de alta resistencia inicial, obtendremos menores costos en la construcción y rehabilitación de pistas en Lima Metropolitana.

Esta investigación trata la problemática del transporte en nuestra ciudad capital, esto debido a diversos factores, pero nos centraremos en las obras de reparación, rehabilitación y mantenimientos de vías.

La justificación por la cual se ha desarrollado el estudio tiene una motivación particular, puesto que desarrollo mis actividades laborales en una empresa dedicada a ejecutar obras viales, esta experiencia me ha permitido observar que en Lima Metropolitana no hay una tendencia a ejecutar pavimentaciones que tengan un largo periodo de vida útil. La justificación tiene carácter teórico porque su estudio genera reflexión académica, también carácter práctico porque plantea estrategias que de ser aplicadas buscan solucionar el problema.

.Asimismo, la investigación tiene importancia o relevancia económica y social, dado que la tranquilidad en la comunidad tiene un efecto positivo, mejorando el bienestar y calidad de vida de toda la población.

Concluimos afirmando que un pavimento de concreto Fast Track es una excelente alternativa tanto económica como social ya que su periodo de vida útil es de 100 a 200% más extenso que la de otros diseños de pavimentos, además su tiempo de construcción y fraguado es mucho menor que el de los convencionales, generando menos malestares en la población además de tener un menor impacto ambiental.

Un pavimento de concreto Fast Track resulta ser más económico en suelos malos y con un alto índice de vehículos pesados por día.

***Palabra clave**: Alta resistencia inicial, Pavimento Rígido*

ABSTRACT

This work aims to spread the use of concrete as an alternative fast track fast solution in the concrete pavement rehabilitation. In that sense this thesis has as main objective to demonstrate that by using fast-track concrete or concrete high initial resistance, obtain lower costs in the construction and rehabilitation of tracks in Lima.

This research deals with the problems of transport in our capital city, this due to several factors, but we will focus on the repair, rehabilitation and maintenance of roads.

The justification for which has developed the studio has a particular motivation, since developing my work activities dedicated to road works, this experience has allowed me to see that in Punjab there is a tendency to run pavements that have a long useful life. The rationale is theoretical because their study raises academic reflection, character also because it raises practical strategies to be implemented seek to solve the problem.

The research also has important economic or social relevance, given that the peace community has a positive effect, improving the welfare and quality of life of all people.

We conclude by stating that a concrete pavement expressway is an excellent alternative to both economic and social since its useful life of the author is 100 to 200 % more extensive than other designs pavements, besides Its construction time and setting it is much smaller than the Conventional Generating Less discomfort in Population: in addition to having a lower environmental impact

A concrete pavement Fbast Track turns out to be cheaper in poor soils and with a high rate of heavy vehicles per day.

Word Keys: *High Initial Resistance Rigid Pavement*

INTRODUCCIÓN

La acera es una parte importante de la infraestructura vial urbana. En las vías urbanas, las aceras no sólo transportan personas y mercancías, sino que también brindan a los ciudadanos un entorno físico y social para realizar sus actividades diarias, lo que afecta en gran medida su calidad de vida. La primera acera urbana de hormigón se construyó en la calle principal de Bellefontaine, Ohio, EE. UU. en 1891. A principios del siglo XX, el pavimento de hormigón se utilizaba a escala internacional para facilitar la comunicación y el comercio.

En Perú, el pavimento de hormigón se introdujo en la década de 1920 en Lima y las principales capitales de provincia, manteniendo su hegemonía hasta finales de siglo. En las últimas décadas el hidrohormigón ha sido ampliamente utilizado en la construcción de carreteras en los países desarrollados, en el Perú no se ha utilizado en la misma proporción, por lo que su uso se limita a carreteras de los departamentos y zonas aledañas. En general, esto se debe a ciertas limitaciones y a la falta de actualización de las tecnologías disponibles para la construcción de pavimentos de concreto, que no le permitieron competir técnica y económicamente con otras alternativas, como el uso de pavimentos flexibles.

Los avances recientes en el diseño, la preparación y la colocación en el sitio del concreto, que han resultado en niveles más altos de capacidad de servicio continuo y requieren menos salvaguardias durante su vida útil, han resultado en una posición altamente competitiva. Como material de pavimentación, hay que tener en cuenta que la base de esta decisión es siempre la consideración de los costes de todo el período de planificación, incluidos, por supuesto, los costes de construcción. Actualmente, existe una amplia gama de materiales y técnicas constructivas para la construcción de cubiertas. Sin embargo, a menudo, debido a la falta de directrices que faciliten el análisis

comparativo de las opciones de diseño de pavimentos, la tendencia de construcción local determina el tipo de pavimento a construir sin mayor análisis, dejando alternativas que podrían ser mejores que la elección. Una adecuada selección de tipos de cobertura supone un mejor servicio para los usuarios y un importante ahorro en costes de construcción y mantenimiento.

El diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos sostenibles requiere el uso de materiales y técnicas constructivas que reduzcan el impacto ambiental, aumenten la seguridad y el confort de los usuarios y minimicen los costes a lo largo de su ciclo de vida. La necesidad de dotar a las ciudades de pavimentos urbanos sostenibles, como el pavimento de hormigón. El pavimento urbano revestido de hormigón es una construcción duradera porque es un material duradero que puede reciclarse cuando no está en uso. Permite un gran ahorro energético. Promueve el confort de la ciudad, siendo amigable con los residentes, no tiene un impacto negativo en el medio ambiente y no aumenta la contaminación del aire. Por otro lado, durante la vida útil de los pavimentos flexibles aparecen problemas de falla, que pueden ser: hundimientos aislados, deformaciones plásticas, factores climáticos, intensidad del tráfico circulante, sus deformaciones, condiciones de secado, etc.

El afirmado de la carretera necesita protección y mantenimiento, eficiente, rápido y económico. En las últimas décadas, los pavimentos de hormigón han tenido un mayor protagonismo en los proyectos viales debido a su durabilidad, capacidad de distribución de carga y calidad de rodadura. Sin embargo, la mayoría de las carreteras de nuestras ciudades son flexibles. En este sentido, el objetivo de esta tesis es demostrar la competitividad del pavimento de hormigón Fast Track durante la vida útil del pavimento (construcción y mantenimiento).

Para estos tomamos como ejemplo 2 proyectos de mejora de vías con tránsito vehicular medio a alto, uno de los cuales es pavimento flexible y el otro es concreto Fast Track, lo que nos permite conocer la efectividad de los pavimentos rígidos. condiciones de construcción. puntos; Pues bien, hoy en día es común encontrar expertos que, sin suficiente análisis comparativo afirman que los costos de pavimentación con concreto no compiten con los del asfalto. Luego de un análisis de costos, se concluyó que los pavimentos de concreto de alta resistencia inicial son más competitivos que los pavimentos convencionales con un valor de suelo menor a 10% de CBR y además con un alto volumen de tránsito de vehículos pesados por día.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación. 2

1.3. Formulación del problema 2

1.3.1. Problema general 2

1.3.2. Problemas Específicos. 2

1.4. Formulación de objetivos. 3

1.4.1. Objetivo general 3

1.4.2. Objetivos específicos 3

1.5. Justificación de la investigación. 3

1.6. Limitaciones de la investigación. 4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio 5

2.2. Bases teóricas – científicas. 8

2.2.1. Base científico 8

2.2.2. Pavimento 8

2.2.3. Concepto de Pavimento 8
2.2.4. Clasificación de Pavimentos y Características 9
2.2.5. Otras definiciones importantes 11
2.2.6. El concreto fast track o concreto de alta resistencia inicial 47
2.3. Definición de términos básicos 48
2.4. Formulación de hipótesis 65
2.4.1. Hipótesis general 65
2.4.2. Hipótesis específicas. 65
2.5. Identificación de las variables 66
2.5.1. Variables independientes. 66
2.5.2. Variables dependientes. 66
2.6. Definición operacional de variables e indicadores. 67

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación 69
3.2. Nivel de investigación 69
3.3. Métodos de investigación. 69
3.4. Diseño de investigación. 70
3.5. Población y muestra. 71
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 71
3.6.1. Técnicas de recolección de datos. 71
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos. 71
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. 72
3.8. Tratamiento estadístico 72
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 72

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 73

4.1.1. Análisis de tiempos de ejecución de pavimentos convencionales vs pavimentos de concreto Fast Track y gastos de rehabilitación de vías 75

4.1.2. Análisis comparativo económico en la construcción de pavimentos convencionales y de concreto fast track 79

4.1.3. Presentación de resultados obtenidos del suelo 87

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 88

4.2.1. Análisis de los agregados 88

4.2.2. Diseño de mezcla 90

4.2.3. Método del penetrómetro para determinar la resistencia a edades tempranas 92

4.2.4. Resistencia a la compresión del concreto 95

4.3. Prueba de hipótesis 98

4.3.1. Hipótesis General 98

4.3.2. Hipótesis especifica 1 99

4.3.3. Hipótesis especifica 2 101

4.3.4. Hipótesis especifica 3 102

4.4. Discusión de resultados 103

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1: Estructura de un pavimento flexible 9

Ilustración 2: Estabilización de sub rasante con cemento (pavimento semi rígido) 10

Ilustración 3: Estructura de un pavimento rígido 11

Ilustración 4: Estructura de un pavimento articulado 11

Ilustración 5: Componentes de un pavimento 15

Ilustración 6: Estructura de un pavimento flexible 15

Ilustración 7: Estructura de un pavimento rígido. 16

Ilustración 8: Curva de comportamiento de pavimentos 24

Ilustración 9: Pavimento de concreto simple con juntas 27

Ilustración 10: Pavimento de concreto reforzado 28

Ilustración 11: Pavimento de concreto reforzado continuo 29

Ilustración 12: Pavimento de concreto de refuerzo estructural 30

Ilustración 13: Pavimentación de concreto en Av. Moyano – Distrito de Villa el Salvador 35

Ilustración 14: Elementos de un pavimento simple con juntas 35

Ilustración 15: Fisura transversal o diagonal 46

Ilustración 16: Fisura Longitudinal 47

Ilustración 17: Construcción de pavimento flexible (Mejoramiento Vial de la Costa Verde) y de Concreto Fast Track (Mejoramiento Av. Moyano – Villa el Salvador) 76

Ilustración 18: Distribución de vehículos FHWA 82

Ilustración 19: Tipos de suelo y rango de porcentajes de CBR 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Norma AASHTO 21

Tabla 2: Recomendaciones de Valores de Confiabilidad "R" 33

Tabla 3: Característica de pasadores con relación al espesor de losa 37

Tabla 4: Coeficientes de drenaje – 1° Parte 42

Tabla 5: Coeficientes de drenaje – 2° Parte 42

Tabla 6: Valores del factor "J" 43

Tabla 7: Módulos de Rotura usuales en pavimentos de concreto 44

Tabla 8: Cálculo del Módulo de Ruptura 44

Tabla 9: Beneficios de los Pavimentos de Concreto 56

Tabla 10: Resultados de resistencias a la flexión 57

Tabla 11: Operacionalización de Variable Independiente 67

Tabla 12: Operacionalización de Variable dependiente 68

Tabla 13: Cálculo de días por partida para la ejecución del pavimento de asfalto 77

Tabla 14: Calculo de días por partida para la ejecución del pavimento de concreto 78

Tabla 15: Resumen de periodos de ejecución de pavimentos 79

Tabla 16: Matriz de análisis: espesores / costos 81

Tabla 17: Distribución implicada de cargas por eje (para 1000 vehículos pesados) 82

Tabla 18: Ejes equivalentes para el periodo de diseño de 30 años 85

Tabla 19: Características de la Sub rasante 85

Tabla 20: Ejes equivalentes para el periodo de diseño de 30 años 86

Tabla 21: Características de la Sub rasante 86

Tabla 22: Matriz de comparación de pavimentos equivalentes 87

Tabla 23: Análisis granulométrico del agregado fino 89

Tabla 24: Análisis granulométrico del agregado grueso 90

Tabla 25: Resumen de las propiedades físicas de los agregados 90

Tabla 26: Resultados del diseño de mezcla método del ACI 211 91

Tabla 27: Proporción de aditivo acelerante 91

Tabla 28: Resultados de la dosificación de aditivo acelerante 92

Tabla 29: Resistencias iniciales del concreto – patrón general (PG) 92

Tabla 30: Resistencias iniciales del concreto – patrón aditivo 4% (PA).....93

Tabla 31: Resistencias a la compresión muestra patrón general 95

Tabla 32: Resistencias a la compresión muestra patrón aditivo (4%).....96

Tabla 33: Prueba de normalidad.....101

Tabla 34: Correlación de Pearson 102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribución granulométrica (agregado con granulometría continua) 55

Gráfico 2: Distribución granulométrica (agregado común) 55

Gráfico 3: Temperatura de Pavimentos 61

Gráfico 4: Resistencia a la flexión de Pavimentos 62

Gráfico 5: Comparativo de tiempos de trabajo de pavimentos 79

Gráfico 6: Resultados de diseño AASHTO 93 – FLEXIBLE (ASFALTO) 87

Gráfico 7: Resultados de diseño AASHTO 93 – RIGIDO (CONCRETO) 88

Gráfico 8: Resistencias tempranas patrón general 93

Gráfico 9: Resistencias tempranas patrón con aditivo al 4% 94

Gráfico 10: Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo 94

Gráfico 11: Resist. compresión patrón general 96

Gráfico 12: Resist. compresión patrón con aditivo al 4% 97

Gráfico 13: Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4% 98

Gráfico 14: Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo 100

Gráfico 15: Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4% 100

Gráfico 16: Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo 103

Gráfico 17: Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4% 106

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la actualidad, uno de los grandes problemas que atraviesa Lima Metropolitana es la del transporte, cada vez se hace más difícil circular por la ciudad; esto debido a la falta de transporte masivo, saturación del parque automotor y sobre todo a las continuas obras de reparación, rehabilitación y mantenimiento de vías.

Este déficit en las vías debe a que no se hace una adecuada inversión en la ejecución de obras de pavimentación, la gran mayoría opta por construir pavimentos flexibles o asfalticos, puesto que la construcción inicial es más barata; sin embargo, éstos se desgastan en periodos muy cortos, lo que conlleva a realizar continuos trabajos de reparación y mantenimiento. Por otro lado, la solución sería la de optar por pavimentos rígidos, ya que tienen mayor vida útil y menor mantenimiento; no obstante, su construcción es más cara y el tiempo de ejecución mayor con respecto a los flexibles. Pero haciendo un enfoque a largo plazo nos

damos cuenta que al elegir este sistema de pavimentos, se evitarían trabajos de mantenimiento y/o reconstrucción de vías.

Es por ello que se hace necesario mejorar la tecnología en la construcción de pavimentos rígidos para llegar a minimizar los costos y periodos de ejecución, para luego hacerlos más factibles, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

1.2. Delimitación de la investigación.

Esta investigación está determinada en la construcción de pavimento usando la tecnología Fast Track en la ciudad de Lima Metropolitana ubicada en el departamento de Lima, con una altitud de 154 m.s.n.m. y con un área de 2812 ha.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general

¿De qué manera se conseguirá el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Se conseguirá optimizar el tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?
- ¿Sera bueno la resistencia a la compresión con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?
- ¿Las resistencias iniciales serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la

tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Determinar en conseguir el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

1.4.2. Objetivos específicos

- Verificar la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
- Determinar la resistencia a la compresión con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
- Verificar las resistencias iniciales con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

1.5. Justificación de la investigación.

La justificación de la investigación tiene carácter teórico, porque su estudio genera reflexión académica, también de carácter practica porque plantea alternativas que de ser aplicadas buscan solución al problema. La investigación tiene una importancia o relevancia de carácter económica puesto que al relacionar las variables de estudio concreto de alta resistencia inicial en la construcción y rehabilitación de pavimentos rígidos de Lima Metropolitana podemos diagnosticar que es debido a factores económicos tales como los niveles de

inversión por partes de las entidades públicas en el mantenimiento y mejoramiento de las principales vías de nuestra capital.

La relevancia social está dada en forma de que la población tendrá una mejor calidad de vida, evitando así los malestares que aqueja gran parte de los ciudadanos al transitar por vías en mal estado.

También de importancia ambiental, puesto que se minimiza la contaminación sonora y visual. Cabe resaltar que debido a las variables que intervienen en la respuesta dinámica de una estructura en el rango no lineal como el amortiguamiento, variación de masa, materiales heterogéneos, etc. Puede ocasionar variaciones en los resultados, sin embargo, al analizar la respuesta dinámica de la estructura, se obtienen evidentes daños que estarán expresados en porcentaje de acierto, localizando y determinando el nivel probable de colapso.

1.6. Limitaciones de la investigación.

La investigación se realiza en la ciudad de Lima, la duración de dicha investigación fue de 05 meses.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- (Goldbeck, 1919) desarrolló una ecuación de diseño de pavimento rígido simple asumiendo que el pavimento se comporta como una viga en voladizo con cargas concentradas en las esquinas. Esta premisa se utilizó en la "Prueba de ruta de Bates".
- (Westergaard,1926) Propuso la primera teoría del comportamiento estructural de los pavimentos de hormigón, que resultó de los esfuerzos de Hertz sobre losas suspendidas. Es sin duda el estudio teórico más completo relacionado con el cálculo de tensiones y deflexiones de pavimentos de hormigón, comenzando en 1926 y finalizando en 1948. Estos estudios consideraron la temperatura en la placa y tres ubicaciones de tensión en la placa delgada. Una porción significativa de estas carreteras ha estado en uso durante más de dos décadas y han llegado al final de su período de diseño. Además, ha aumentado la masa media de los vehículos, la carga por eje y edad han seguido pasando a lo largo de los años debido al deterioro de las

carreteras. deterioran por lo que se deben desarrollar nuevas técnicas para mantenerlos en un nivel de servicio aceptable, esto ha dado lugar a nuevas técnicas en la construcción de pavimentos, las estructuras ahora deben tener una vida más larga y menos operaciones de mantenimiento, una de las cuales es el concreto de alta resistencia inicial o rápido concreto. Por ejemplo, el hormigón hidráulico, que es muy utilizado en la construcción de carreteras en los países desarrollados, no se utiliza en la misma proporción en el Perú y solo existen vías sectoriales y calles. En general, esto se debe a ciertas limitaciones y la falta de actualizaciones tecnológicas disponibles para la construcción de pavimentos de hormigón, que impiden que sean técnica y económicamente competitivos con otras alternativas, como los pavimentos flexibles. Los avances recientes en la tecnología del concreto, la preparación y colocación del sitio, la mayor capacidad para brindar un alto nivel de servicio de manera constante y la necesidad de menos mantenimiento durante su uso lo han colocado en una posición extremadamente competitiva como material de pavimento. En este sentido, al evaluar las alternativas de pavimentación, se debe tener en cuenta que esta decisión siempre se basa en consideraciones de costos a lo largo del período de planificación, incluidos, por supuesto, los costos de construcción. Debido a la tecnología temprana y su aplicación limitada, los expertos a menudo muestran que los pavimentos de concreto no son competitivos en costos sin un análisis comparativo adecuado. Esto no siempre es cierto.

- Pickett comparó la carga de esquina crítica obtenida en el estudio de Westergaad con mediciones de campo. Encontró que cuando las cargas críticas se aplicaban a las esquinas de la placa, las estimaciones de tensión

eran siempre muy pequeñas en las aproximaciones teóricas, asumiendo que parte de la esquina no estaba completamente apoyada en el suelo. Desarrolló fórmulas semiempíricas que se ajustan a los resultados de los experimentos de campo. Debido a que los firmes de las carreteras se comportaban más como sólidos elásticos que como fluidos densos, Pickett desarrolló una solución teórica en 1951, pero no recibió la atención que necesitaba debido a su complejidad matemática. Entre 1958 y 1960, se llevó a cabo en Ottawa, Illinois, la "Prueba de carretera AASHO", traducida literalmente al español como "Prueba de carretera AASHO", un experimento realizado por la "Asociación Estadounidense de Oficiales de Carreteras y Transporte del Estado" para determinar cómo el tráfico causado Deterioro del pavimento de la carretera Este experimento condujo a las ecuaciones empíricas básicas que guiarían el método de diseño AASHTO hasta su incorporación en 1998. Tenga en cuenta que el método se basa en un vehículo conceptual y el curso del tiempo debido a la pérdida de los servicios viales.

- La construcción de la llamada Vía Expressa se inició en 1966 y finalizó el 28 de diciembre de 1968. El proyecto, que pretende unir Lima con el balneario del sur, parte de Plaza Grau y finaliza en Vía Panamá Barranco. El titular del proyecto es la Diputación Provincial de Lima, y el proyecto se divide en varias partes.
  - ✓ Subrasante y sub-base: un terraplén formado por grava (hormigón).
  - ✓ Revestimiento: Losa de hormigón de cemento portland de 19 cm.
  - ✓ Grueso con bordes anchos de hasta 24 cm. El hormigón es suministrado por la empresa hormigonera COPRESA y tiene una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2. Aserrado de juntas de contracción laterales.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Base científico

La pavimentación de carreteras y caminos vecinales se realizó según los procedimientos más modernos de la época: trenes de adoquines autopropulsados compactaban, distribuían y nivelaban la superficie de hormigón.

2.2.2. Pavimento

Un pavimento es una estructura diseñada para absorber las fuerzas causadas por el movimiento de un vehículo o cualquier otra carga en movimiento durante el tiempo que está diseñado para resistir. A medida que aumenta el tráfico o cuando se exceden los límites de tiempo de diseño del pavimento, ocurren varios tipos de degradación, generalmente como resultado de la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera, es necesario entender claramente el concepto de cobertura, que se mencionará a continuación.

2.2.3. Concepto de Pavimento

Se adoptarán definiciones de algunos autores que explican bien la definición de cobertura:

“Es una estructura compuesta por una serie de capas superpuestas relativamente horizontales, técnicamente diseñadas y construidas con materiales adecuados y suficientemente compactados. Estas capas se colocan sobre la superficie de la carretera obtenida al mover la tierra durante el proceso de exploración, las cargas que se le aplican deben ser adecuadamente limitado carga de tráfico repetido durante el diseño de la estructura "Segums". Se entiende por pavimento el conjunto de elementos estructurales de una vía (u otro pavimento, por ejemplo, la pista de un aeropuerto, una placa deportiva, etc.), es decir, todas las capas que la componen, a las que se suele denominar superficie, base, subbase.

Es importante comprender la clasificación de los pavimentos para distinguirlos y realizar un adecuado proceso de evaluación.

2.2.4. Clasificación de Pavimentos y Características

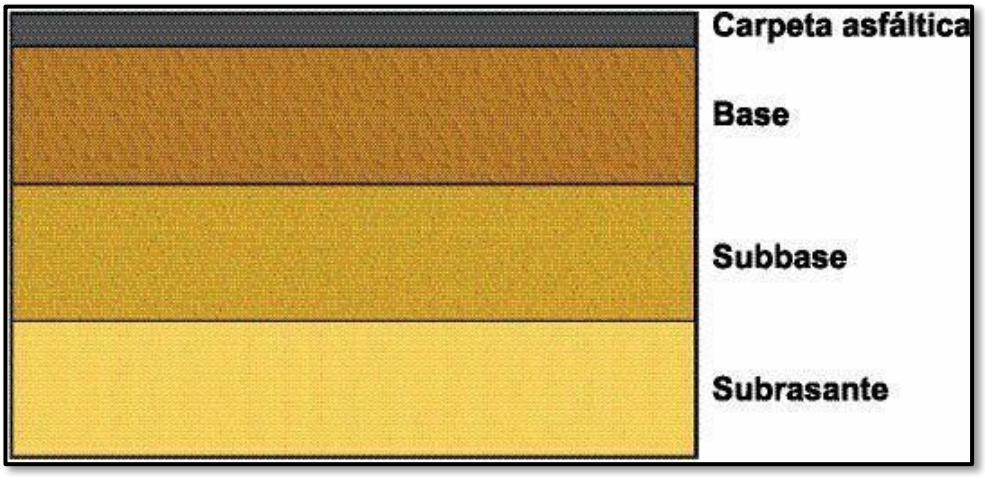
Se tiene:

a. Pavimentos flexibles:

Es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y sub base. En la siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible

Ilustración 1:

Estructura de un pavimento flexible



FUENTE: Elaboración propia

b. Pavimentos semirrígidos:

Tiene la misma estructura que un pavimento flexible, con la diferencia de que una de sus capas se endurece artificialmente con una serie de aditivos, que pueden ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o productos químicos; que permiten aumentar la capacidad portante del suelo.

La estabilización es la adición de un producto químico o tratamiento físico que cambia las propiedades del suelo. Se dice que es una corrección de la deficiencia para aumentar la resistencia del suelo o reducir su plasticidad.

La estabilidad del suelo con conglomerantes hidráulicos (cemento Portland) permite la producción de materiales con suficiente capacidad portante para construir subrasantes para cargas pesadas como camiones o aviones.

Ilustración 2:

Estabilización de sub rasante con cemento (pavimento semi rígido)



FUENTE: Elaboración propia

c. Pavimentos Rígidos:

Son pavimentos cuya capa superior está formada por una losa de cemento hidráulico soportada por una capa de material denominada base o subrasante. De este tipo de pavimento se pueden distinguir varios tipos:

hormigón simple con o sin juntas, hormigón armado con juntas y juntas y hormigón armado continuo.

Ilustración 3:

Estructura de un pavimento rígido



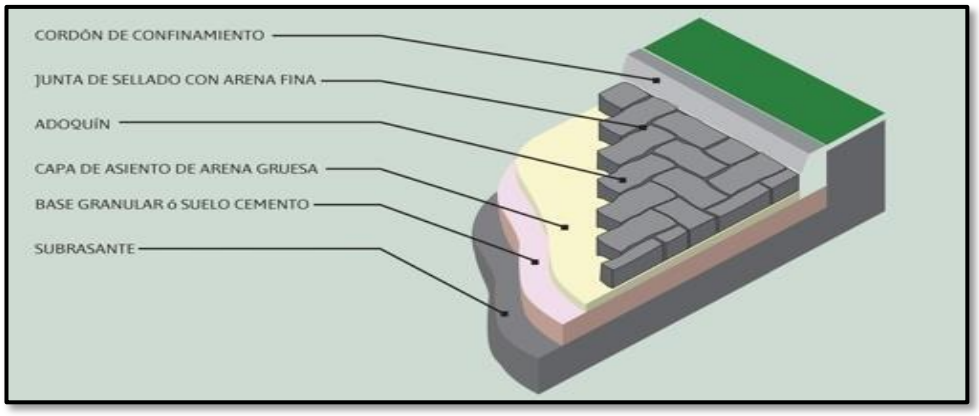
FUENTE: Elaboración propia

d. Pavimentos Articulados:

Se trata de pavimentos cuyas capas rodantes están constituidas por bloques de hormigón fabricados en fábrica, llamados pavimentos, similares entre sí y de espesor uniforme; y se colocan sobre una fina capa de arena sobre una capa o base granular.

Ilustración 4:

Estructura de un pavimento articulado



FUENTE: Elaboración propia

2.2.5. Otras definiciones importantes

- Árido: material granular duro formado por minerales como arena, escoria o piedra triturada que ha sido mezclado en varios tamaños.

- Agregado grueso: material remanente en la criba de 2,36 mm (No. 8).
- Agregado fino: Material que pasa 2,36 mm (tamiz No. (8))
- Agregado mineral: Fracciones de agregado fino que pasan 0,60 mm (tamiz No. 30).
- Polvo mineral: fracciones de árido fino que pasan por un tamiz de 0,075 mm (No. 200)
- Bomba: cualquier estructura situada bajo la capa superficial de una carretera u otras obras viales, cuya finalidad es evacuar aguas superficiales y profundas.
- Lastre: Se aplica una capa superficial de material selectivo, que generalmente consiste en material granular natural o piedra triturada, para proteger el fondo de la carretera terminada y actúa como una superficie de la carretera que permite el libre movimiento en todas las estaciones.
- Daños: Daños al pavimento causados por el clima y el tráfico según se describe en la Lista de Daños al Pavimento de Centroamérica.
- Deflexión: el movimiento vertical temporal de la superficie de la carretera debido a la carga sobre las ruedas del vehículo.
- Pravoja: Terreno cedido por el gobierno para la construcción de la autopista, sus instalaciones, anexos y futuras ampliaciones.
- Plataforma: Áreas adyacentes y paralelas al firme o pavimento de la vía que actúan como límite de planta baja y en ocasiones como zona de estacionamiento de vehículos.

- Intervención: definición aplicada de actividades de mantenimiento rutinario y actividades de mantenimiento periódico, consideradas en conjunto.
- Mantenimiento: conjunto de operaciones de limpieza, sustitución y reparación que se realizan en una vía a intervalos regulares para asegurar su correcto funcionamiento y alargar al máximo su vida según las normas de diseño y construcción. en el sitio de construcción de la carretera.
- Mejoramiento: Ejecución de obras de construcción necesarias para dotar a una vía existente en buen, buen o mal estado de mejores condiciones físicas y operativas, para aumentar su capacidad o simplemente para brindar un mejor servicio al usuario.
- Rehabilitación: Realizar las actividades constructivas necesarias para restaurar las condiciones físicas de la vía a su estado original.
- Rugosidad: desviación vertical del perfil de la superficie de la carretera respecto de la forma prevista, que provoca molestias a la hora de conducir el vehículo. La rugosidad generalmente se mide mediante IRI con fines de mantenimiento de carreteras.
- Factores que influyen en el diseño.
    - Topografía.
    - Geología.
    - Clima.
    - Vegetación.
    - Estudio geotécnico: Clasificación:
    - Pc material (a, b, c) para fines de pago.

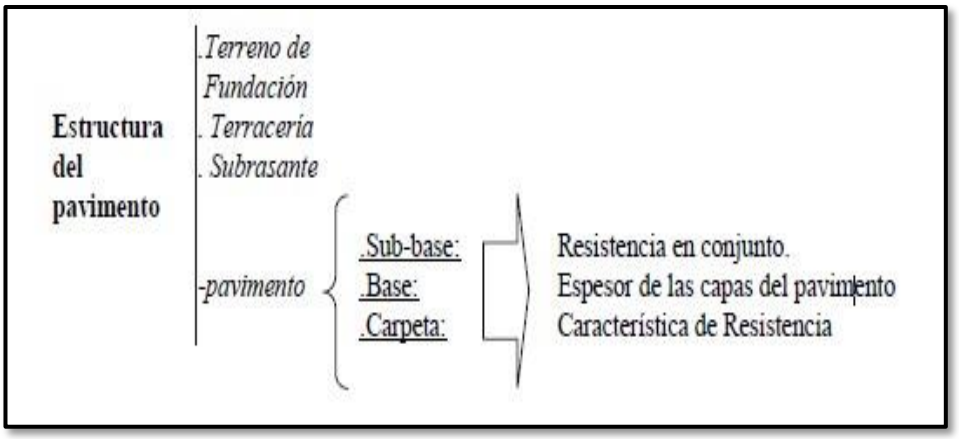
- Calidad de los materiales (clasificación, equipo)
- Bancos de materiales.
- Mecánica de suelos.
- Fallas de tipo geológico.

- Transito
  - Cantidad de vehículos. T dpa (transito diario promedio anual).
  - Clasificación vehicular.
  - Cargas permitidas.
  - Tasa de crecimiento (r).
  - Anual de interés compuesto.
  - Periodo de diseño (n). Tiempo que transcurre para que se produzca la fatiga (deformación).
  - Flexible 5 a 20 años.
  - Rígido. 20 a 50 años.
- Periodo de diseño
  - Tiempo en el cual el pavimento llega a la falla funcional por fatiga.
  - Ejerce carga varias veces al pavimento.
  - Deformación permanente
  - $\Delta = 2.5$ cm.
  - Partes estructurales del pavimento

Se refiere a las propiedades relativas de cada capa que constituye la estructura de la vía, como el espesor, la durabilidad y la deformación en las condiciones de servicio esperadas. Estas funciones se pueden agrupar de la siguiente manera:

Ilustración 5:

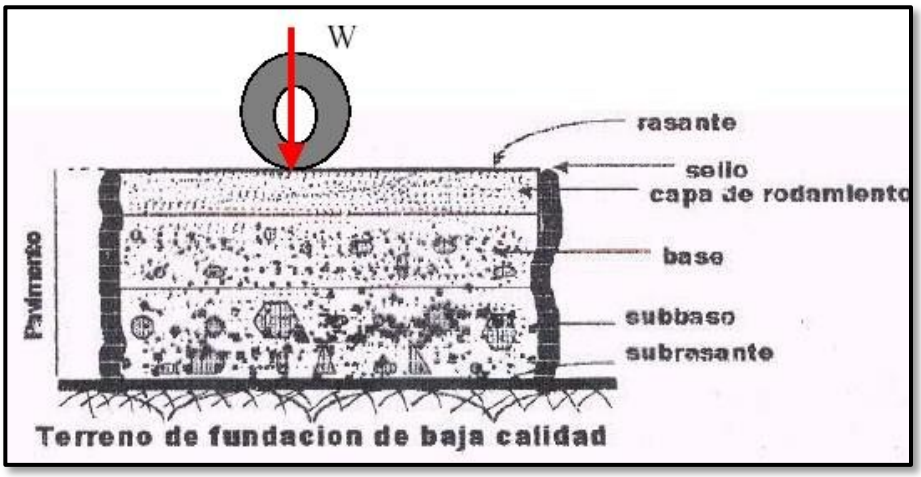
Componentes de un pavimento



FUENTE: Elaboración propia

Ilustración 6:

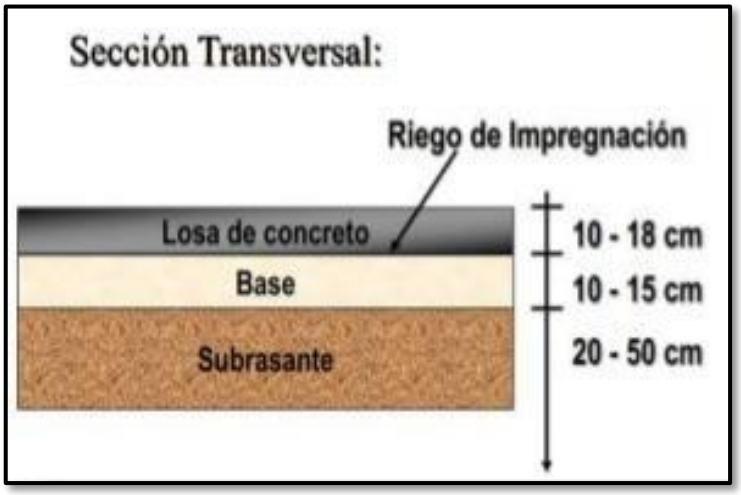
Estructura de un pavimento flexible



FUENTE: Elaboración propia

Ilustración 7:

Estructura de un pavimento rígido.



FUENTE: Elaboración propia

- Terreno de fundación

  Aunque no forma parte del pavimento, es muy importante obtener la mayor información posible sobre los suelos que forman la base de la estructura vial para conocer sus condiciones de estabilidad y así evitar problemas de deslizamiento. , depresiones, cambios. y otros.

- Terracería

  Se denomina movimiento de tierras al grupo de obra formado por cortes y terraplenes, que en su mayoría está formado por una subestructura y un marco de terraplén, generalmente de materiales no seleccionados, y se dice que es la subestructura del pavimento. Si se planea construir una vía con un TPDA (tráfico diario promedio anual) de más de 5,000 vehículos, es necesario construir una capa debajo de la capa base, llamada subrasante; el cual debe tener al menos 50 cm de espesor.

- Sub rasante

  Los últimos 30 cm. Un camino de tierra cortado o peraltado se conoce como Subrasante.

  Esta capa es muy importante para los revestimientos y forma su base. Suele formarse a partir del mismo suelo que el suelo. Es muy importante que el nivel freático se encuentre al menos a 1,50 m por debajo del mismo, lo que se consigue secando el subsuelo o elevando el fondo. El diseño adecuado de un pavimento, especialmente del tipo flexible, requiere una investigación exhaustiva del subsuelo tanto en el campo como en el laboratorio. Esto incluye estudios de topografía, geología ambiental y, en particular, mecánica de suelos. Las propiedades que se deben cumplir son: f máxima 3", expansión máxima 5%, grado mínimo de compactación

  95%; espesor mínimo 30 cm para vías de poco tránsito y 50 cm para vías con TPDA > 2000 vehículos. Otra función de la base es para evitar la contaminación de los terraplenes por el pavimento y las filtraciones bajo caminos de tierra.

- Principales funciones de la Sub rasante

  La función de la base es soportar las cargas que transfiere el pavimento y darle soporte además de considerarse como cimentación del pavimento. Cuanto mayor sea la calidad de esta capa, menor será el espesor del recubrimiento y se ahorrarán costes sin comprometer la calidad.

- Sub base

  Cumple con la cuestión de economía, porque ahorra dinero, porque puede convertir una capa base de cierto espesor en un material base de espesor similar (no siempre usado en pavimento), evita que el agua de los caminos

de tierra suba por el capilar. y evita que el pavimento sea absorbido por la base. Hay que hacer bastante esfuerzo en caminos de tierra.

- Principales funciones de la Sub base

  Lleve la energía al primer piso en consecuencia.

  Formar una transferencia entre la base y los materiales base de tal manera que se evite la contaminación y penetración de dichos materiales.

  Reducir el efecto adverso del pavimento debido al cambio de volumen y rebote elástico del material del camino de grava o del subsuelo.

  Reducir el coste del pavimento porque es una capa por debajo de la capa base con menores tensiones y requiere especificaciones menos rígidas que pueden cumplirse con materiales más baratos que los utilizados en la base.

- Base

  Esta es la capa que recibe la mayor parte del estrés provocado por los vehículos. Se coloca una cubierta encima porque la capacidad de carga del material de fricción es pequeña debido a la superficie ilimitada. Además de la compactación, esta capa necesita periódicamente otro tipo de mejoras (estabilización) para soportar las cargas del tráfico sin deformarse y transferirlas suficientemente a las capas inferiores. La cementación de la subrasante es esencial para asegurar un soporte adecuado de capas delgadas de asfalto. De lo contrario, si las plataformas están construidas con material inerte y la carretera comienza a pasar, los vehículos provocarán deformaciones transversales. En el caso de la granulación, no es absolutamente necesario que los granos tengan la misma forma que los límites de la zona, pero es más importante que el material tenga VRS (valor de soporte relativo) y una plasticidad mínima; Además, se recomienda

no compactar materiales sobre un sustrato con un contenido de humedad igual o superior a su límite plástico.

- Tipos de Base.

  Actualmente puede considerarse dos tipos de bases:

  - Base granular: De grava triturada y mezcla natural de agregado y suelo.
  - Base estabilizada: Suelos con cemento Pórtland, cal o materiales bituminosos.

  En una base granular, la estabilidad del material depende de la fricción interna y de su cohesión. Una base granular de buena calidad requiere materiales triturados de granularidad uniforme; toda la capa debe estar adecuadamente compactada, escurrida e impermeabilizada.

- Principales funciones de la Base.

  Las principales funciones de la base son:

  - Soportar adecuadamente las cargas transmitidas por los vehículos a través de la carpeta y transmitir los esfuerzos a la subrasante, por medio de la sub base, de tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales en el pavimento.
  - Drenar el agua que se introduce por medio de grietas en la carpeta o por los hombros evitando también la ascensión capilar.

- Superficie de Rodadura

  Es la capa superior de una estructura de pavimento rígido construida con hormigón hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, su capacidad portante se basa en la losa y no en la capacidad portante de la base. no utilice una capa base. En general se puede afirmar

que el hormigón hidráulico distribuye mejor las cargas sobre la estructura rígida de la cubierta.

- Carpeta

  La capa asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que forma la superficie de rodadura, la cual está compuesta por material pétreo seleccionado y, dependiendo de la vía a construir, de un producto asfáltico. En mezclas asfálticas es muy importante conocer la cantidad de asfalto a utilizar y buscar la concentración óptima; porque en la mezcla este elemento forma una película alrededor de las partículas, lo suficientemente espesa como para soportar los efectos del tráfico y la intemperie, pero no debe ser muy espesa, porque esto no sólo puede resultar antieconómico, sino que puede perjudicar la estabilidad del pliegue, en Además, este exceso de asfalto puede hacer que la superficie esté resbaladiza. El tipo y espesor de la capa asfáltica se elige en función del tráfico de la carretera.

- Serviciabilidad de pavimentos

  La mantenibilidad del pavimento es la percepción que tiene el usuario del nivel de servicio del pavimento. Por lo tanto, se debe medir su opinión para evaluar la usabilidad.

  Medir la usabilidad relevante también puede considerarse una evaluación superficial, pero conviene recordar que no es una evaluación completa. La usabilidad de estos se presenta en un índice derivado de los resultados de la prueba AASHO, donde la evaluación se realiza en una escala de 0 a 5, donde 5 es un valor para recubrimientos con una superficie perfecta y 0 es un valor para recubrimientos con una superficie pobre. condición La siguiente tabla muestra la escala de calificación de usabilidad según el estándar AASHO:

Tabla 1:

Norma AASHTO

CALIFICACION		DESCRIPCION
NUMERICA	**VERBAL**	
5.0 – 4.0	Muy buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficientemente lisos y sin daños para pasar su calificación. La mayoría de las superficies de carreteras construidas o pavimentadas durante el año de inspección se califican generalmente como muy buenas.
4.0 – 3.0	Buena	Aunque no son tan suaves como "Muy bueno", los pavimentos de esta categoría ofrecen un manejo de alta calidad y muestran pocos o ningún signo de degradación de la superficie. Los pavimentos flexibles pueden mostrar signos de curvatura y grietas ocasionales. Los pavimentos rígidos pueden comenzar a dañar la superficie, como pequeñas astillas y grietas.
3.0 – 2.0	Regular	En esta clase, el manejo es significativamente peor que en superficies nuevas y puede causar problemas a altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en recubrimientos flexibles pueden incluir ranuras, manchas y grietas. Los pavimentos rígidos de este grupo pueden sufrir daños en las juntas, grietas, desconchados y bombeos.

2.0 – 1.0	Mala	Las superficies de las carreteras de esta categoría están tan dañadas que pueden afectar la velocidad del tráfico libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes agujeros y grietas profundas; el daño incluye pérdida, agrietamiento y deformación de agregados; y está presente en al menos el 50% de la superficie. El deterioro de los pavimentos rígidos incluye desconchado de las juntas de los escalones, grietas puntuales y pandeo
1.0 – 0.0	Muy Mala	Las superficies de las carreteras de esta categoría se encuentran en muy malas condiciones. Las carreteras pueden circular a velocidades más bajas y tienen importantes baches y grietas profundas. El desgaste ocurre en el 75% o más de la superficie

Fuente: AASHTO

- Evaluación de Pavimentos

  Las aceras son instalaciones diseñadas para brindar al usuario seguridad y comodidad en sus desplazamientos, por lo que la plataforma debe brindar el nivel de servicio requerido.

  Una evaluación de pavimento consiste en un informe que muestra el estado del terreno para que se puedan tomar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento para alargar la vida útil del pavimento, por lo que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y adecuada para el entorno. en el que se encuentra.

- Importancia de Evaluación de Pavimentos

  La evaluación de las superficies es importante porque permite detectar a tiempo los daños en la superficie y, por lo tanto, repararlas, y así proporciona al usuario una capacidad de mantenimiento óptima. Evaluando periódicamente el pavimento se puede predecir la vida útil de la red o proyecto.

  Evaluarlos también permite optimizar los costos de renovación, ya que el tratamiento oportuno de los daños aumenta su vida útil, lo que ahorra más costos.

- Objetividad en la Evaluación de Pavimentos

  La objetividad en la evaluación de recubrimientos juega un papel principal, porque se necesita gente realmente capacitada para realizar la evaluación, de lo contrario las pruebas mencionadas pueden perder su confiabilidad con el tiempo y no se pueden comparar entre sí, también es importante que el modelo de evaluación sea estandarizados para que se pueda decir que realmente se hizo una evaluación objetiva.

  No siempre es posible obtener mediciones o índices que cumplan la condición de comparar dos proyectos, porque existe un sesgo interno en la toma de decisiones que crea una desviación entre la realidad y lo que se ve en las muestras. La desviación resultante puede deberse a dos motivos principales.

  - Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizaran.
  - Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

- Curva de Comportamiento de los Pavimentos

  Una curva de desempeño del pavimento es una representación histórica de la calidad del pavimento.

  Para analizar el comportamiento operacional del pavimento se necesita información sobre la calidad de la rodadura durante el periodo de estudio y sobre los datos históricos de tráfico solicitados por el pavimento durante este periodo.

  Con la indicación de uso, es decir. Índice de condición del pavimento, en función del tiempo o con el número de ejes correspondiente, se puede graficar el deterioro del pavimento, lo que permite visualizar el tiempo durante el cual el pavimento necesita renovación. . para extender la vida útil del pavimento.

  La Figura 4.7.3 muestra el comportamiento del recubrimiento en función del tiempo o del número de ejes correspondientes con los que contacta; Con esta presentación se pueden tomar las medidas adecuadas para alargar la vida útil del pavimento.

Ilustración 8:

Curva de comportamiento de pavimentos



FUENTE: Elaboración propia

- Tipos de Fallas en los Pavimentos

  Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

- Fallas de Superficie

  Las fallas en Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

  La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

- Fallas Estructurales

  Esto incluye defectos en la superficie de rodadura causados por la rotura de la estructura del pavimento, es decir, una o más capas estructurales que deben soportar las complejas tensiones provocadas por el tráfico y los factores climáticos.

  Para hacer frente a este tipo de falla, es necesario reforzar el pavimento existente para que el paquete estructural cumpla con los requisitos del tráfico actual y futuro previsto.

- Pavimentos Rígidos:

  Los pavimentos de hormigón hidráulico se han utilizado como solución de transporte desde finales del siglo XIX y todavía se utilizan en la actualidad. De hecho, los pavimentos de concreto se caracterizan por su larga vida y durabilidad, debido a que sus costos de mantenimiento son mucho menores que la correspondiente opción del pavimento asfáltico, no sólo por el trabajo que requiere el mantenimiento de cada pavimento, sino también por el tiempo y frecuencia de las revisiones. él. mantenimiento ejecución.

Además, no podemos dejar de mencionar que, debido a su rigidez, los pavimentos de hormigón normalmente sólo necesitan una capa del material base, con lo que se consigue un mayor ahorro en costes de material y horas de mano de obra.

Finalmente, hay beneficios ambientales y de seguridad que se deben considerar al evaluar diferentes recubrimientos, como los descritos en la Tabla 4.8, seguridad vial, la superficie rugosa permite una mejor adhesión, pintura típica con plomo. El hormigón lo hace tres veces más reflectante que el asfalto, lo que previene accidentes.

- Tipos de Pavimentos Rígidos

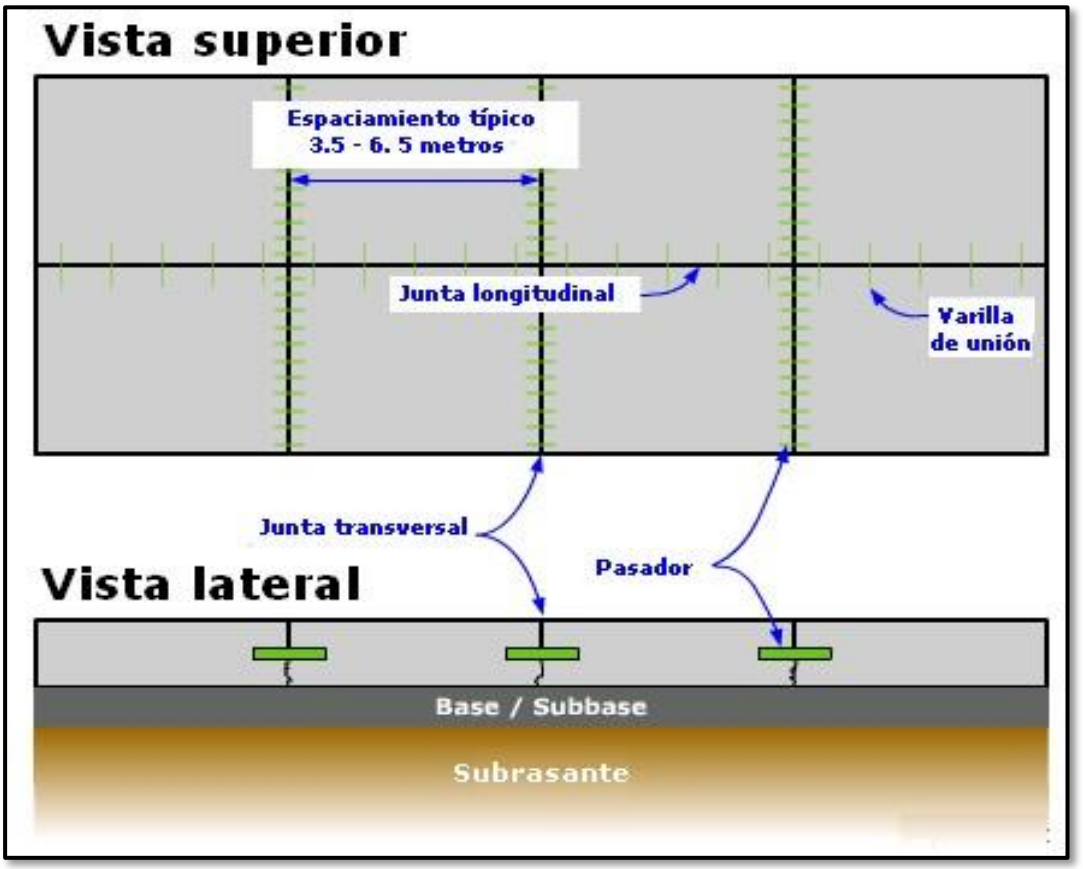
  Existen tres tipos de pavimentos de concreto utilizados en vías, los cuales mencionaremos a continuación:

- Pavimento de concreto simple con juntas

  Estos pavimentos requieren realizar juntas de construcción trasversal que varían entre 3.6 y 6.0 metros. Respecto a la transferencia de cargas entre paños adyacentes, estos se pueden dar mediante trabazón de agregados o mediante empleo de pasadores. Las juntas inducen al agrietamiento.

Ilustración 9:

Pavimento de concreto simple con juntas



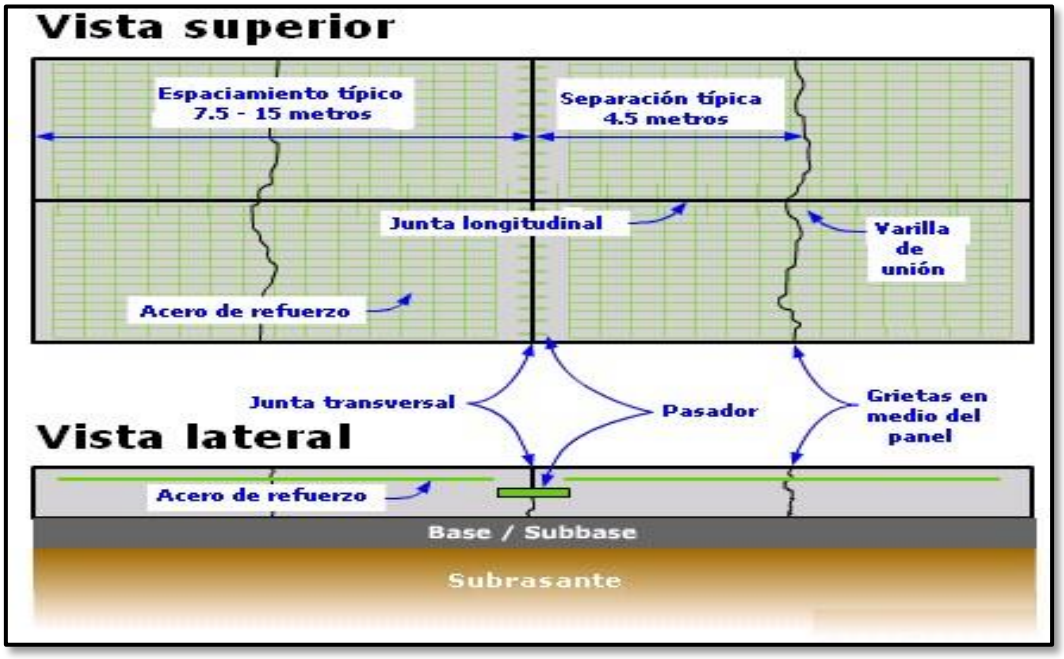
FUENTE: Elaboración propia

- Pavimento de Concreto reforzado

  Para este tipo de pavimento la superficie de rodadura es de hormigón armado con malla de acero, lo que permite ampliar el espaciamiento de las juntas hasta 7,5-9,0 metros, aunque tiene un refuerzo de acero moderado, siempre se espera la presencia de fisuras controladas. tejidos interiores. El refuerzo regula las tensiones y permite una mayor distancia entre las uniones. La carga se transfiere entre paneles vecinos mediante pasadores.

Ilustración 10:

Pavimento de concreto reforzado



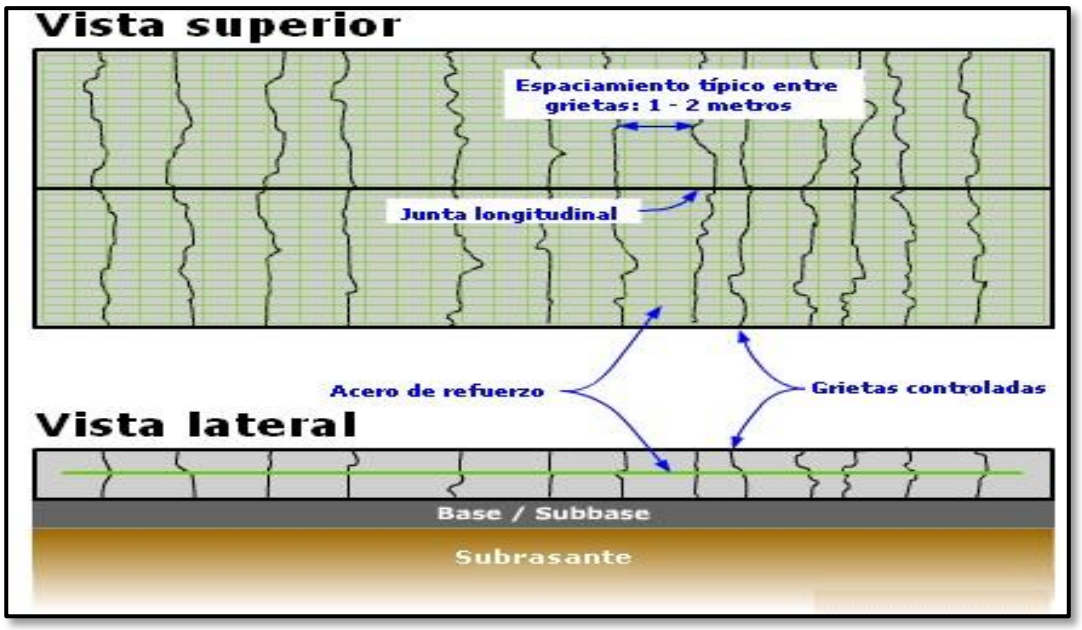
FUENTE: Elaboración propia

- Pavimento de concreto reforzado continuo

  Tiene refuerzo longitudinal continuo y no tiene juntas transversales distintas a las de construcción. El refuerzo transversal en este caso es opcional. Estos revestimientos tienen más refuerzo que las juntas reforzadas y la finalidad de este refuerzo es mantener una distancia suficiente entre las fisuras y asegurar su cierre.

Ilustración 11:

Pavimento de concreto reforzado continuo



FUENTE: Elaboración propia

- Pavimento de concreto con refuerzo estructural

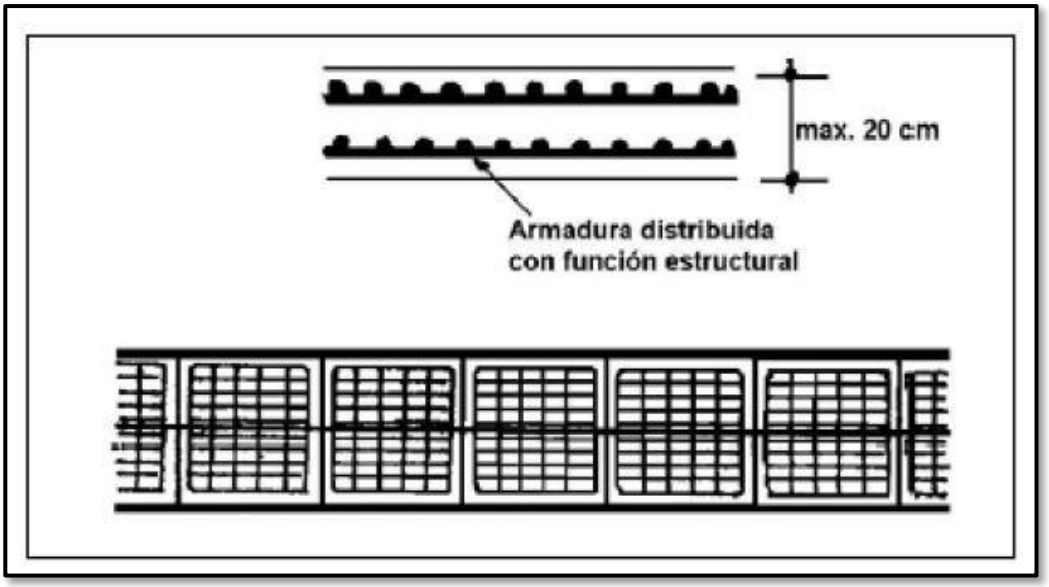
  Con este tipo de revestimiento, el acero absorbe tensiones de tracción y compresión, por lo que se puede reducir el espesor de las placas.

  Se utilizan principalmente en suelos industriales, donde las baldosas tienen que soportar cargas elevadas.

  Las dimensiones de las losas son similares a las de las losas simples de hormigón, y el acero no debe sobrepasar la junta transversal para evitar grietas.

***Ilustración 12**:*

Pavimento de concreto de refuerzo estructural



FUENTE: Elaboración propia

Se hace un gran esfuerzo para eliminar o distanciar al máximo las juntas, ya que las juntas son, por así decirlo, el punto débil de los revestimientos de hormigón, a través de las juntas pueden entrar materiales incompresibles que limitan el movimiento. En los paneles de hormigón, el agua entra por las juntas y corroe las capas de soporte subyacentes. Además, con la tecnología antigua, las juntas representaban la poca comodidad que encontraban los usuarios de aceras de concreto al caminar sobre ellas. Está claro que antes las juntas de más de 2,5 centímetros, selladas con asfalto frío, eran obstáculos naturales y para los vehículos. Hoy en día, como las nuevas tecnologías de sellado tienen un grosor de un milímetro, ya no son un problema. Los tableros de hormigón armado ya no se utilizan en los nuevos métodos de diseño como el MEPDG 2002 porque su comportamiento a largo plazo no era el adecuado. Sin embargo, trabajamos con hormigón simple con juntas y hormigón armado. Los pavimentos

de hormigón armado continuo están diseñados para una vida de proyecto de más de 30 años, por lo que se ven en otros lugares como Estados Unidos y Europa.

En realidad, tenemos mayor experiencia con pavimentos de hormigón simple con juntas, por lo que trabajamos con ellos en este estudio.

- Tránsito

  El período de planificación se refiere al volumen de tráfico en el carril de planificación en ese período. Se recomienda planificar para 20 años o más. Una característica del método AASHTO 93 es la simplificación del efecto del tráfico introduciendo el concepto de ejes equivalentes. En otras palabras, convierte los pesos por eje de todo tipo de vehículos en ejes individuales equivalentes que pesan 8,2 toneladas, a menudo denominados ESAL ("masa equivalente de un solo eje"). El valor del eje correspondiente es proporcional al daño causado por su carga continua. Por lo tanto, los valores ESAL encontrados en el diseño de pavimentos de concreto difieren de los valores ESAL encontrados en el diseño de pavimentos asfálticos con el mismo nivel de tránsito. La equivalencia se logra mediante factores de carga (LEF, "factor de equivalencia de carga"). AASHTO 93 calcula el factor de carga en función del espesor estimado de la losa de concreto, la carga axial y la capacidad de servicio final aprobada. AASHO Road Test desarrolló un proceso para convertir el tráfico mixto en múltiples ESAL de 8,2 toneladas. Para la prueba se utilizaron pavimentos similares con diferentes configuraciones de ejes y cargas de vehículos y se analizó su daño. El Factor de Equivalencia de Carga (LEF) es un valor numérico que expresa la carga

operativa debido a una carga por eje del tipo de 8,2toneladas y la reducción en el rendimiento debido a un puente estándar en el mismo eje.

$$LEF = \frac{N°\,de\,ESAL's\,de\,8.2\,Ton.\,que\,producen\,una\,pérdida\,de\,serviciabilidad}{N°\,de\,ejes\,de\,8.2\,Ton.\,que\,producen\,una\,pérdida\,de\,serviciabilidad}$$

Dado que cada tipo de pavimento reacciona de manera diferente a las cargas, el LEF también cambia según el tipo de pavimento, por lo que los pavimentos rígidos y flexibles tienen diferentes LEF.

Para calcular los valores de ESAL aplicados a la estructura del pavimento es necesario conocer los tipos de ejes; asumir el espesor de losa requerido por las cargas de tráfico; y elegir un índice de servicio final aceptable según los programas de mantenimiento que se consideren necesarios en función del tipo de pavimento.

- Confiabilidad y desviación estándar

  El concepto de confiabilidad se incluye para cuantificar la variabilidad en materiales, procesos de construcción y control que causan diferentes comportamientos de falla de recubrimientos construidos de "la misma manera".

  En cierto modo, la confiabilidad es un factor de seguridad que corresponde al crecimiento del tráfico esperado durante todo el período de planificación según conceptos estadísticos que tienen en cuenta la distribución normal de las variables relevantes.

  Un rango típico recomendado por AASHTO es entre 0,30 y lt; así y ltt; 0,40. Para la construcción de nuevos pavimentos de hormigón, se puede

suponer = 0,35 si las previsiones de tráfico futuro son precisas; y s0 = 0,40 cuando la precisión es baja.

La Guía AASHTO 93 recomienda valores de confiabilidad como los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2:

Recomendaciones de Valores de Confiabilidad "R"

Tipo de Vía	**Confiabilidad Recomendada "R"**	
	Zona Urbana	**Zona Rural**
Rutas y Autopistas	85 - 89.9	80 - 89.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Elaboración propia

El valor de R hace referencia al concepto de optimización del coste total del recubrimiento. Cuando los valores R son cercanos al 50%, se obtienen menores espesores de cubierta y por tanto los costes iniciales de construcción son menores. Sin embargo, esto significa que el deterioro del pavimento es mayor y los costes de mantenimiento del pavimento son elevados durante su vida útil. Cuando los valores R se acercan al 100%, se consigue un mayor espesor de cubierta y, por tanto, aumentan los costes de construcción. Esta vez, los costes de mantenimiento asociados a su vida útil son mucho menores. Se debe determinar el valor R que proporcione el costo total u óptimo más bajo (suma de los costos de construcción y mantenimiento).

- El suelo de cimentación

  El parámetro que describe el tipo de capa base es el módulo de reacción de la capa base (K). Además, se considera mejorar el nivel de soporte de la base colocando capas intermedias, granulares o tratadas, que mejoran las condiciones de soporte y pueden reducir el espesor de diseño del hormigón. Esta mejora la introduce el módulo de respuesta combinada (Kc). La determinación del módulo de reacción de la subrasante, también conocida como ensayo de placa, tiene como objetivo determinar la presión que se debe aplicar para lograr una determinada deformación, que en este caso es de 13 milímetros. La prueba está estandarizada en ASTM D - 1196 y AASHTO T - 222. Las unidades de K son Mpa. metro. Como se describe en las normas mencionadas anteriormente, la prueba de placa es lenta y por lo tanto costosa, por lo que es común utilizar el valor CBR, utilizando en su lugar correlaciones K - CBR. El cálculo del valor Kc tiene en cuenta las características de la capa base y el efecto beneficioso de la capa intermedia, granulado o capa tratada, que se ve afectada por las variaciones estacionales, así como la presencia de lecho de roca bajo el suelo, que también es beneficiosa. . el efecto perjudicial de la pérdida de soporte debido a la erosión de las capas inferiores.

Ilustración 13:

Pavimentación de concreto en Av. Moyano – Distrito de Villa el Salvador



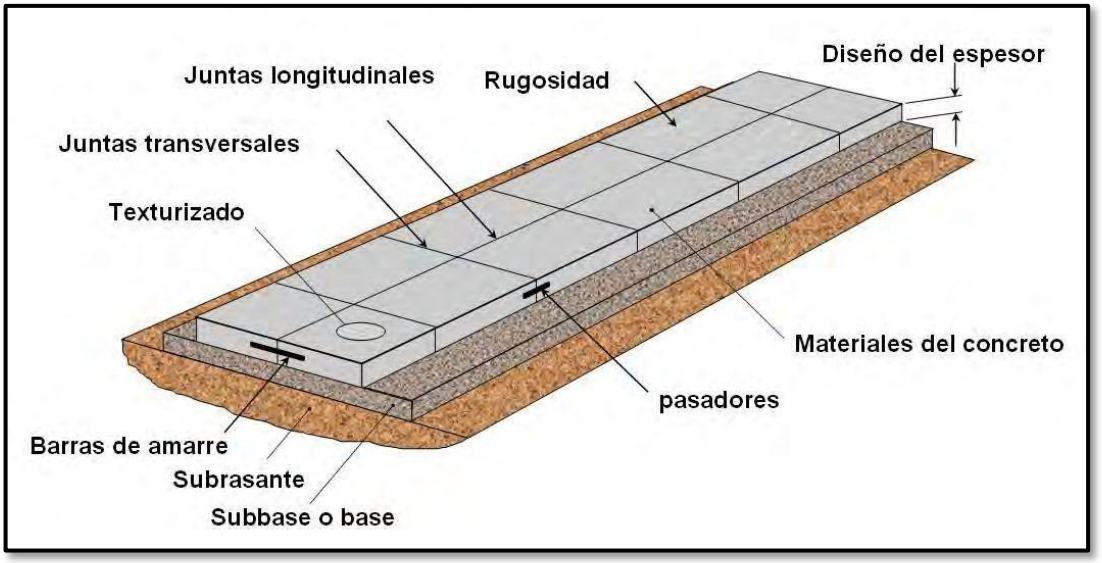
FUENTE: Elaboración propia

- Elementos de un pavimento de concreto

  A continuación, mostramos en la figura 4.8.2 los principales elementos que conforman un pavimento de concreto simple con juntas

Ilustración 14:

Elementos de un pavimento simple con juntas



FUENTE: Elaboración propia

Respecto a las capas de un pavimento rígido ya las estudiamos en el capítulo 4.5 de la presente investigación.

- Las juntas

  Debido a la naturaleza del concreto, es necesario controlar el agrietamiento y permitir el movimiento relativo entre paneles adyacentes en las juntas.

  Las juntas son longitudinales y transversales, y su función es crear grietas de contracción en el hormigón, aislar el movimiento de los paneles de elementos ajenos al pavimento como buzones e incluso formar parte del proceso constructivo.

  La verdad es que las costuras son los puntos débiles de los recubrimientos porque dejan pasar fluidos que corroen las capas subyacentes o materiales no comprimibles que limitan el movimiento. Por eso, además de planificarlos, hay que sellarlos y conservarlos en determinados intervalos.

- Mecanismo de transferencia de carga y confinamiento

  Dependiendo del tipo de solicitaciones de carga de tránsito y del diseño geométrico de la vía, el pavimento contará con mecanismos de transferencia de cargas entre paños adyacentes y confinamiento lateral.

- Transferencia de carga

  Esto se puede realizar uniendo áridos o utilizando pasadores en juntas de compresión transversales. Los pasadores son barras de acero lisas con bordes redondeados colocadas en un plano perpendicular al corte de la junta transversal. Deben estar centrados y permitir el movimiento de los paneles adyacentes, no restringir su movimiento. En la Tabla 3.3 se muestran las dimensiones características de los pasadores en relación al espesor de la banda de rodadura de hormigón.

Tabla 3:

Característica de pasadores con relación al espesor de losa

Espesor del concreto	Pasadores		
	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Separación (cm)
13 - 15	19	40	30
15 - 20	25	45	30
20 - 30	32	45	30
30 - 43	38	50	35
43 - 50	45	55	45

Fuente Elaboración propia

- Confinamiento lateral

  La moderación lateral es importante porque controla los esfuerzos de flexión y deflexiones de la losa además de las que pueden ser del hormigón: como extensiones de pavimento conectados o no conectados; material asfáltico o granular.

  El mecanismo de bloqueo lateral lo proporcionan tirantes de acero corrugado, que controlan el movimiento lateral de los carriles y se colocan perpendiculares a la junta longitudinal. Suelen tener 3/8, ½ o 5/8 pulgadas de diámetro; con longitudes que varían de 50 a 100 cm y un espacio de 0,5 a 1,0 metros.

- Texturizado

  El propósito de texturizar la superficie del concreto es darle al pavimento las propiedades necesarias que permitan el contacto entre el pavimento y la llanta, lo que permita transportar los vehículos en condiciones seguras.

  La microtextura se consigue aplicando una llana húmeda sobre la superficie del pavimento.

La macrotextura se logra con herramientas mecánicas como peines con cerdas metálicas o equipos más avanzados que se pueden conectar a la línea de recubrimiento.

CONCEPTOS BÁSICOS DE AASHTO 93 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

- Evolución AASHTO

  La Metodología de Diseño de Pavimentos AASHTO, con sus diversas versiones, se basa en los resultados de las pruebas del "AASHO Road Test" en Ottawa, un proyecto que data de 1951 y que comenzó la construcción de las secciones de prueba en 1956. Propósito El propósito principal del "AASHO La prueba "Road Test" tenía como objetivo obtener correlaciones confiables entre el comportamiento del pavimento y la degradación bajo cargas de tráfico controladas. Para ello, se fabricaron piezas de revestimientos flexibles y rígidos. Los primeros resultados se registraron entre 1958 y 1960, por lo que la primera guía de diseño de la AASHO se publicó en 1962 como "Guía de diseño para estructuras de pavimento temporales", que fue analizada y revisada en 1972 y 1981. En 1984, un subcomité de diseño y otros consultores preparado. completó su revisión y la publicó en 1986 con muchas revisiones como "Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento". Fue revisada nuevamente en 1993, pero sin cambiar el diseño del pavimento de concreto, y en 1998, AASHTO intentó incorporar conceptos mecánicos en la Guía Suplementaria de Diseño de 1998. Así, a través de varias versiones, AASHTO inicia su propia metodología de diseño basada en las relaciones empíricas registradas en el "AASHO Road Test". El objetivo

es calcular el espesor mínimo del pavimento de hormigón para que pueda soportar el paso de cargas de tráfico manteniendo un cierto nivel de servicio durante el periodo del proyecto. Con este fin, AASHTO propone valores de capacidad de servicio del pavimento basados en correlaciones con IRI, grietas y daños en el pavimento, que se ha demostrado que se correlacionan con calificaciones subjetivas de los usuarios de la vía.

- Ecuación de diseño AASHTO 93

  El método AASHTO 93 supone que el pavimento recién construido proporcionará un alto nivel de servicio. Con el tiempo, y con ello la repetición de la carga de tráfico, el nivel de servicio disminuye. El método determina el nivel de servicio final que se alcanzará al final del período del plan.

  Mediante un proceso iterativo, se asume el espesor de las losas de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 alcanza el equilibrio. El espesor final calculado del hormigón debe soportar una determinada carga sin provocar un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

$$Log_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35Log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.25x10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22-0.32P_t)xLog_{10}\left(\frac{M_r C_{dx}\left(0.09D^{0.75}-1.132\right)}{1.51xJ\left(0.09D^{0.75}-\frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

- W82 = Nº previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño
- ZR = Desviación normal estándar

- SO = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- Pt = Índice de serviciabilidad o servicio final
- Mr = Resistencia media del concreto (en MPa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- Cd = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en MPa
- K = Módulo de reacción, dado en MPa/m de la superficie (base, sub-base o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor se puede desarrollar con la fórmula AASHTO 93 directamente utilizando una hoja de cálculo, utilizando nomogramas o programas informáticos especiales.

Los pavimentos de hormigón simples se adaptan mejor a la realidad del país debido a los buenos resultados y a los periodos de diseño utilizados con frecuencia. Por ello, el desarrollo de esta colección se centra en el diseño de este tipo de estructuras según la metodología AASHTO 93.

- Serviciabilidad

Este parámetro resume los criterios de diseño de AASHTO. AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: velocidad de servicio inicial (ρo) y velocidad de servicio final (ρf). En la Ecuación 93 se ingresa la diferencia entre ambos índices (Δρ) para calcular los espesores. Cuanto mayor sea el Δρ, más durará el recubrimiento antes de romperse. La

usabilidad se define como la capacidad del pavimento para atender el tráfico que circula por la vía y se caracteriza en una escala de 0 a 5; donde 0 significa reprobado y 5 es excelente. Un valor de 0 es ideal porque AASHTO 93 utiliza un valor de 1,5 como capacidad de servicio final del pavimento. El valor de $\Delta\rho$ depende de la calidad de la construcción. Valores del "Prueba práctica de AASHO":

- $\rho o = 4.5$ para el caso de pavimentos de concreto.
- $\rho o = 4.2$ para el caso de pavimentos de asfalto.

En cuanto al ρf, se sugiere emplear valores de:

- $\rho f = 2.5$ para autopistas y vías importantes.
- $\rho f = 2.0$ para vías urbanas y secundarias.

- El coeficiente de drenaje

La metodología de diseño AASHTO 93 considera el coeficiente de drenaje (Cd) en el diseño. Las condiciones de secado indican la probabilidad de que la estructura debajo de la losa de concreto retenga agua o humedad libre durante un cierto período de tiempo. En general, el nivel de drenaje de las capas intermedias depende, entre otras cosas, de los tipos de drenaje planificados, del tipo y la permeabilidad de las capas subyacentes, del tipo de base, de las condiciones climáticas y de la cantidad de precipitación. El coeficiente de secado o Cd varía entre 0,70 y 1,25 dependiendo de las condiciones mencionadas anteriormente. Un Cd alto significa un buen drenaje y esto favorece la construcción al reducir el espesor de hormigón calculado. Se utilizan dos pasos para calcular Cd:

Primero se determina la calidad del material como drenante en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad.

Tabla 4:

Coeficientes de drenaje – 1° Parte

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	80% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Elaboración propia

Si el material cumple con los requisitos de la tabla anterior luego de ser saturado con agua, se puede considerar excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre.

Luego, en segundo lugar, después de caracterizar el material y su calidad como drenaje, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad cercanos a la saturación utilizando la siguiente tabla:

Tabla 5:

Coeficientes de drenaje – 2° Parte

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	>25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.10
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	1.00
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.90

Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.80

Fuente: Elaboración propia

- Transferencia de carga

  Es un parámetro utilizado en el diseño de pavimentos de hormigón que indica la capacidad de la estructura para transferir cargas entre juntas y fisuras.

  Sus valores dependen del tipo de cubierta de hormigón a construir, de la presencia de barandillas laterales, de su tipo y de la presencia o ausencia de dispositivos de transferencia de carga.

  El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de la losa de hormigón. Esto significa que cuanto menor sea el valor de J, menor será el espesor del hormigón. Ver tabla 4.8.6.8 para valores de referencia de J dependiendo si tiene montantes y si la viga es (granular u hormigón).

Tabla 6:

Valores del factor "J"

Tipo de Berma	**J**			
	Granular o Asfáltica		**Concreto**	
Valores J	SI	NO	SI	NO
	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2

Fuente: Elaboración propia

- El concreto

  Dos parámetros inciden el espesor de la estructura: Resistencia a flexo tracción del concreto (Mr)

  Dado que los pavimentos de hormigón actúan principalmente a flexión, este parámetro se incluye en la ecuación AASHTO 93. El módulo de

ruptura (Mr) mide esta propiedad del concreto y está estandarizado en ASTM C-78. radiante

Después de 28 días, las vigas deben ensayarse aplicando cargas a un tercio de la viga y forzándola a romperse en el tercio medio de la viga. Los valores de los revestimientos de hormigón varían según la siguiente tabla:

Tabla 7:

Módulos de Rotura usuales en pavimentos de concreto

Tipo de Pavimento	Mr (Kg/cm2)
Vía Urbana	42.00
Vía Principal	45.00
Autopistas	50.00

Fuente: Elaboración propia

En el caso de pavimentos para aeropuertos es común trabajar con valores de 55 Kg/cm2 para la carpeta de rodadura.

El módulo de rotura (Mr) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión (f´c) del concreto mediante la siguiente expresión:

Tabla 8:

Cálculo del Módulo de Ruptura

$$\text{Modulo de Ruptura (M.R.)} = \frac{0{,}91\ F}{\pi\ D\ L}$$

Donde:

M.R es el modulo de ruptura ($kg.cm^{-2}$)

F es Fuerza de ruptura en libras

L es la longitud del cilindro de suelo en cm

D es el diámetro del cilindro de suelo en cm

D es el espesor del suelo en cm

Fuente: Elaboración propia

- Módulo elástico del concreto

  El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotracción, a través de correlaciones establecidas.

  En el caso de concretos de alto desempeño, con resistencias a compresión superiores a los 400 Kg/cm2, la estimación utilizando las fórmulas propuestas por distintos códigos puede ser incierta puesto que existen variables que no han sido contempladas, lo que las hace objeto de continuo estudio y ajuste.

$$E_c\left[{}^{kg}/_{cm^2}\right] = 15100\sqrt{f_c'}$$

- **APLICACIONES DE LOS PAVIMENTO RÍGIDOS:**

  Aeropistas

  En los aeropuertos, donde se demanda un mínimo de prórroga para la utilización del pavimento terminado, se ha empleado un sistema de

  apertura rápida; éste consiste en el colado secuencial del pavimento en la reconstrucción de pistas aéreas y plataformas.

  Vialidades urbanas

  La reconstrucción de vialidades urbanas se ha convertido en uno de los principales problemas, pues además del tiempo y costo, afectan al tránsito vehicular. Sin embargo, con los pavimentos de concreto de apertura rápida, estos problemas se minimizan ostensiblemente.

- **DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO:**

Fisura transversal o diagonal

Descripción: Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.

Posibles Causas: Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

Ilustración 15:

Fisura transversal o diagonal



Fuente: Elaboración propia

Fisura Longitudinal:

Descripción: Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos

planos. Posibles causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

Ilustración 16:

Fisura Longitudinal



Fuente: Elaboración propia

2.2.6. El concreto fast track o concreto de alta resistencia inicial

El Concreto Fast Track, constituye una tecnología adecuada para la rehabilitación y refuerzo del pavimento, con una reducida alteración del tráfico. Mediante el proporciona miento apropiado del concreto y técnicas de curado, es posible obtener resistencias que permiten la puesta en servicio del pavimento a las 24 horas o menos. El pavimento resultante es de excepcional calidad, con un costo relativamente bajo y ocasiona un mínimo de inconvenientes.

Las ventajas del pavimento de concreto sobre el pavimento asfáltico son muchas, sin embargo, cuando se trata de reparaciones se argumentan sobre los plazos requeridos para el curado y endurecimiento del concreto, frente a la rápida ejecución y apertura al tránsito del pavimento de asfalto. Con el CFT está

desventaja desaparece En la actualidad, el CFT ha sido utilizado y probado en todos los tipos de pavimentos de los Estados Unidos: Aeropuertos, carreteras y pavimentos urbanos. Se ha aplicado en diversos casos, sea en obras nuevas, reconstrucciones, reforzamientos adherentes y no adherentes en revestimientos sobre pavimentos asfálticos, etc. (1).

El CFT se desarrolló inicialmente en el Estado de lowa el año 1986, con la reconstrucción de un tramo (le 11.2 Kms. en U.S. Highway 71 Nort of Stom Lake, lowa. Posteriormente siguieron numerosas realizaciones. En 1987, se efectuó la reconstrucción y puesta en servicio en 24 horas, de un tramo de 7 Kms de pavimento, con una sección de 7 mts. de ancho y 15 cm. de espesor en Dallas County Route, lowa. Otra importante realización efectuada en 1988, fue la rehabilitación de 9 intersecciones, también en el estado de lowa en la Higgway 100 (Collins Avenue), de la localidad de Cedar Rapids, con una longitud total de 3.4 Kms. (2) (3).

Sin embargo, con anterioridad se han construido y puesto en servicio en 24 horas pavimentos urbanos de concreto denominados "obras de un día de trabajo", en Austria(4) y en Alemania (5), empleando súper plastificantes en la mezcla de concreto.

El CFT tiene como antecedente los concretos de rápido endurecimiento, utilizados en obras de reparación.

2.3. Definición de términos básicos

Aplicaciones

Una de las aplicaciones más espectaculares del CFT se da en la rehabilitación de pavimentos de aeropuertos, reduciendo considerablemente el tiempo de inoperatividad de las líneas aéreas. En los proyectos recientes se

emplea en la pavimentación secuencial en la reconstrucción de pistas de aterrizaje. También en casos específicos como son las intersecciones que se encuentran en el medio campo y en las pistas de taxeo. En los Estados Unidos, la Federal Aviation Administración (FAA), que anteriormente especificaba un lapso de 7 días y una resistencia a la flexión de 550 psi, para abrir al tráfico un pavimento de concreto, en la actualidad, con el advenimiento del CFT ha eliminado el límite, de tiempo.

En los sectores residenciales limita únicamente por 24 horas el acceso de los residentes. Además la alta calidad del pavimento tiene la ventaja de un reducido mantenimiento y una elevada capacidad estructural que benefician a los usuarios.

En autopistas con peaje, elimina los problemas concernientes a la desviación del tráfico, pues las obras pueden ejecutarse en un solo día, y se minimiza el lucro cesante de los administradores de la vía.

En el caso de la reconstrucción de intersecciones, la experiencia demuestra que la solución con CFT es sumamente operativa.

En vías urbanas, en especial en aquellas que sirven de acceso a los sectores comerciales e industriales, en avenidas y calles, el CFT disminuye las pérdidas que un dilatado proceso de reparación ocasiona a las empresas afincadas en dichas zonas. En todo caso, la paralización del tráfico se reduce al fin de semana.

Materiales

El CFT es producido con cementos, aditivos y agregados, que respondan a la normalización y que se encuentran en cualquier localidad. Su diseño se basa en los procedimientos convencionales.

Sin embargo, es indispensable efectuar estudios de laboratorio para asegurar las propiedades requeridas.

Cemento

En la mezcla de CFT se han usado cementos portland normalizados de los tipos I, II y III.

En el caso de emplearse los cementos tipo I y II, se ha requerido la incorporación de aditivos que aceleran el endurecimiento.

Los cementos tipo III, de alta resistencia inicial, seleccionados de manera preferente, deben alcanzar, una resistencia mínima a la compresión 9 kg. / cm2 a las 12 horas, según la reciente modificación introducida en la especificación M85 de la norma del American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

La diferencia sustantiva entre los cementos tipo I y Il y el cemento de rápido endurecimiento tipo III se encuentra en la finura, que en el cemento tipo IR fluctúa entre 4500 a 6000 cm,' gr, mientras en los otros cementos varía de 3400 a 4000 cm2/gr. La mayor finura del cemento tipo III, exige un adecuado control del concreto pues demanda un incremento de agua de mezcla, puede presentar el fenómeno de la falsa fragua y eventualmente mayor tendencia a la fisuración. (6)

La resistencia inicial en los cementos portland depende básicamente del contenido en silicato tricálcic0 C3S y en menor medida el aluminato tricálcico C3A. Los álcalis del cemento también influyen débilmente, Además, la mayor finura del cemento favorece la resistencia inicial, especialmente en las fracciones menores a los 10 micrones. (7)

Se ha estudiado el empleo de cementos especiales para su aplicación en el CFT, como son el cemento Pyrament, (8) y los denominados regulated-set cements (9).

Adiciones

En todas las obras de pavimentación con CFT, se ha utilizado adiciones de cenizas volantes (fly ash), tecnología de uso extensivo en los Estados Unidos. (10). El porcentaje incorporado es de un orden del 100,0 del peso del cemento. La ceniza volante es un residuo finamente dividido, resultado de la combustión del carbón, que se obtiene generalmente como subproducto de las plantas térmicas.

El empleo de cenizas volantes en pavimentos ha sido recomendado en el 6' Simposio de Carreteras de Concreto por sus efectos favorables: reducen el contenido del cemento y el requerimiento de agua e incrementan la trabajabilidad y la resistencia a largo plazo. (1 l). Corno el porcentaje de adición que se emplea en CFT se encuentra alrededor del 10% no incide en las resistencias tempranas, e incluso puede incrementarlas ligeramente.

La ceniza volante más utilizada en CFT es la que corresponde al tipo F de la norma ASTM C 618-91, que tiene propiedades puzolánicas. Este material es producto de la combustión de carbones sub-bituminosos y antracíticos, presentando alto contenido de óxido de cal. También se ha empleado cenizas del tipo C, sin actividad puzolánica, con buenos resultados.

Se prevé que en los estados de la Costa Este de los Estados Unidos se emplearan adiciones de escoria granulada, predominantes en el mercado de esa zona.

En países que no cuentan con las adiciones mencionadas y que poseen puzolanas naturales, será factible su empleo. Los materiales puzolánicos están comprendidos dentro del tipo N de la norma precitada. Debe considerarse cine los cementos portland puzolánicos del tipo IPM tienen generalmente un porcentaje de adición del 10 al 12%.

La utilización directa de las adiciones en obra conlleva determinados problemas, entre ellos: a) La necesidad de estudiar su comportamiento con el cemento; b) el manejo de un nuevo material pulverulento, adicional al cemento,- c) la homogeneización, eventualmente deficiente en la mezcladora. Por ello es más conveniente la opción de elegir un cemento adicionado con el proporcionamiento adecuado.

En todo caso y principalmente en las experiencias iniciales es conveniente el control en el laboratorio del comportamiento (le las adiciones, en lo relativo a la resistencia y la temperatura de las mezclas.

Aditivos

Dos aditivos han sido generalmente empleados en la práctica norteamericana con pavimentos de CFT: Incorporásemos de aire y reductores de agua.

Los agentes Incorporásemos de aire han sido considerados en obras ubicadas en zonas geográficas en las cuales hay que preservar la durabilidad del concreto por efecto del proceso de las heladas y del deshielo. Si bien el porcentaje de aditivo depende de las condiciones del medio y del tamaño máximo del agregado, se tiende a limitarlo a los valores más bajos compatibles con la disminución de resistencia que produce el aire incorporado.

En la experiencia norteamericana se ha utilizado aditivos reductores de agua del tipo A de la norma ASTM C 494-90, conocidos también como plastificantes. El propósito ha sido utilizar el incremento de trabajabilidad, que permite reducir significativamente el agua de la mezcla mire el 6 y 100/% manteniendo el asentamiento del concreto (12).

En muchos casos se ha requerido emplear aditivos del tipo D, reductores de agua y retardadores de fragua, especialmente: cuando se han usado conjuntamente aceleradores de endurecimiento, para permitir un mayor lapso que faculte la buena colocación y terminación del pavimento.

La experiencia europea en pavimentos de concreto puestos en servicio a las 24 horas, se refiere a los aditivos denominados corno superplastificantes, comprendidos en la norma de la referencia como del tipo F, reductores de agua de alto rango y del tipo G reductores de agua de alto rango y retardadores de fragua. (4) (5)

Los aditivos superplastificantes son más efectivos que los reductores de tipo A, permitiendo duplicar la reducción del contenido de agua. Sin embargo, su precio en el mercado es de 3 a 4 veces mayor.

Aditivos que aceleran el endurecimiento

En los casos que se han empleado los cementos portland del tipo 1 y II en el CFT se ha requerido aditivos que aceleren el endurecimiento. Los aditivos acelerantes más comúnmente empleados, en los concretos sin refuerzo, tienen como producto de base el cloruro de calcio. La inclusión de un 2% de cloruros con relación al contenido del cemento, incrementa la resistencia a las 24 horas en un 100% sin embargo, cabe precisar que la ganancia de resistencia está en función de la temperatura. (12).

Para evitar el riesgo de corrosión, cuando se trata de pavimentos con armadura de acero, como aquellos con refuerzo continuo, es recomendable utilizar aditivos aceleradores de la resistencia exentos de cloruros del tipo de los componentes orgánicos solubles, como la trietanolamina y el formiato de calcio.

Agregados

En el CFT pueden ser utilizados todos los agregados que cumplan con la norma debiendo tener especial cuidado en lo relativo a la granulometría del agregado global y el factor de forma, que la norma ITINTEC 400.037 define como índice de espesor.

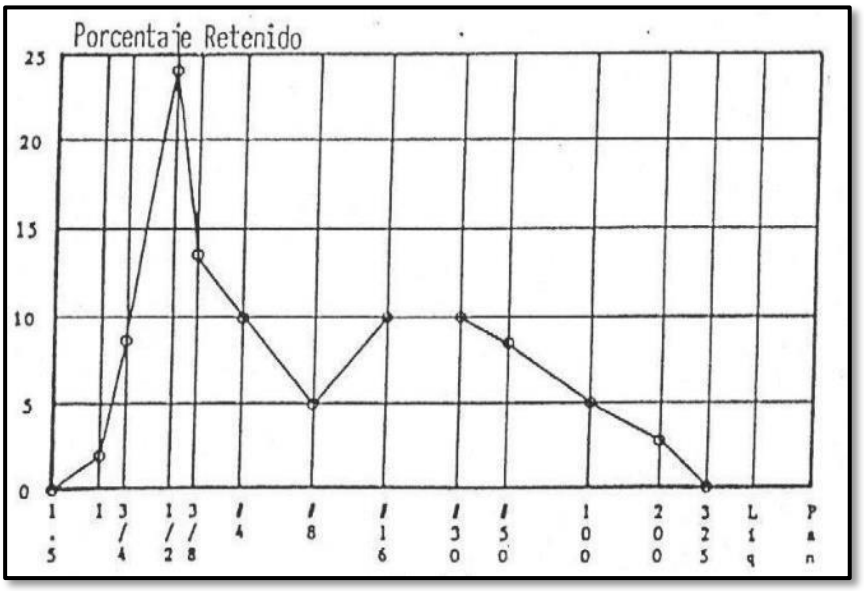
De la experiencia del CFT en los Estados Unidos se infiere la importancia de los agregados de granulometría continua, aplicando el criterio del agregado global, con un prototipo de huso granulométrico, (figura 5.3.5.1), que contiene un aumento del material que pasa entre la malla 3/8" y la N' 9, con relación al material comúnmente utilizado en dicho país.

El incremento del agregado intermedio mejora las siguientes características:

- Reduce el requerimiento de agua de mezcla e incrementa la resistencia al disminuir la cantidad de mortero necesaria para llenar los vacíos.
- Aumenta la durabilidad, al aumentar la compactación.
- Disminuye el desgaste en las mezcladoras y equipo.

Gráfico 1:

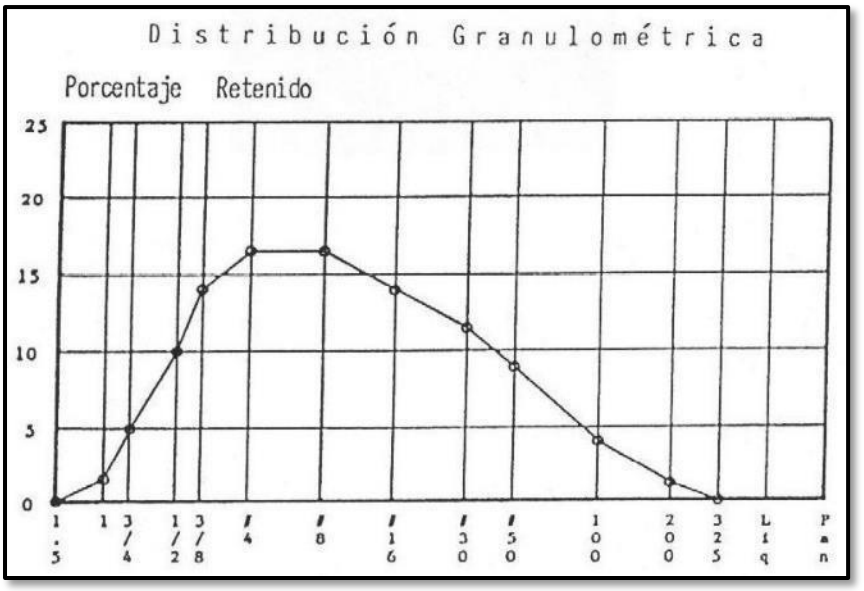
Distribución granulométrica (agregado con granulometría continua)



Fuente: Norma ITINTEC 400.037

Gráfico 2:

Distribución granulométrica (agregado común)



Fuente: Norma ITINTEC 400.037

Agua

Para incrementar la resistencia del CTF, se ha utilizado la incorporación del agua de mezcla a temperaturas que varían entre 60 y 40'C para contribuir a la

aceleración del endurecimiento. Es conocido que la temperatura incrementa las reacciones químicas y consecuentemente la formación de productos de hidratación del cemento. Esta opción es factible cuando se trata de obras pequeñas.

Como la acción de la temperatura del agua en la mezcla solo actúa algunas horas, el procedimiento es efectivo únicamente cuando se protege el concreto con cobertores aislantes.

Diseño de mezclas

Los procedimientos de diseño de mezcla en el CFT son los convencionales de la tecnología del concreto. De la revisión de la experiencia en los Estados Unidos, se advierte el empleo de una diminuta relación a/c de aproximadamente 0.4, un alto contenido de cemento, de 380 kg/m3 y proporciona miento similar de agregado fino y grueso.

La tabla siguiente recoge el proporciona miento del CFT de más reciente empleo con resultados exitosos (14):

Tabla 9:

Beneficios de los Pavimentos de Concreto

	Mezcla Concreto Fast Track			
Cemento Tipo III	640.000	lb/yc	369.70	Kg/m3
Ceniza volante	70.000	lb/yc	41.53	Kg/m3
Agregado Fino	1413.000	lb/yc	838.30	Kg/m3
Agregado Grueso	1413.000	lb/yc	838.30	Kg/m3
Relación a/c	0.425			
Tamaño máximo de 1" a 3/4"				

FUENTE: Elaboración propia

En la mezcla se emplearon aditivos incorporadores de aire y reductores de agua. Las resistencias promedio obtenidas, en pruebas de flexión, con carga aplicada en el centro de la vigueta, son las siguientes:

Tabla 10:

Resultados de resistencias a la flexión

	12 horas	**24 horas**	**7 días**
Resistencia a la flexión (PSI)	485.00	645.00	850.00
Resistencia a la flexión (Kg/cm2)	34.09	45.35	59.76

FUENTE: Elaboración propia

Construcción

La experiencia en la construcción de pavimentos de CFT ha demostrado que no se requiere de equipo, especial para la ejecución del pavimento, pudiéndose utilizar equipo normal de fácil disponibilidad. (15).

Sin embargo, el pavimento de CFT requiere una conveniente planificación de la secuencia de construcción, pues el margen de error admisible es mucho menor que en concreto convencional,

Se aconseja efectuar vaciados de prueba para entrenar a todos los trabajadores, a fin de que puedan familiarizarse con las características de trabajabilidad del concreto y la necesidad de acelerar las operaciones.

Mezclado Y Colocación

El CFT ha sido producido en plantas centrales de mezcla y dosificación, también con equipo de mezclado rápido. En el transporte se han usado camiones mezcladores y camiones agitadores.

En la ejecución del pavimento se ha utilizado la pavimentadora de moldes deslizantes, que se compone de una unidad que recibe, distribuye, consolida y

ejecuta la terminación. También la pavimentadora de moldes fijos, constituida con un equipo múltiple, compuesto por una distribuidora de concreto, una vibradora y una terminadora superficial (tren de pavimentación), (2) (3).

Si bien no hay experiencia, nada impide que en pequeños tramos pueda realizarse el pavimento por ejecución manual con encofrados fijos.

En la rehabilitación de pavimentos urbanos, en los Estados Unidos, se ha vuelto a los antiguos equipos que pavimentan un solo carril a la vez.

Paralelamente se han desarrollado nuevos equipos de pavimentación denominadas de "espacio cero" que permiten colocar el pavimento de concreto junto a las vías en tránsito, causando un mínimo de molestias.

Acabado

En los pavimentos de CFT se usan los procedimientos convencionales de acabados. (16).

Una textura superficial puede ser longitudinal o transversal. En los Estados Unidos en las vías interestatales y de gran volumen de tránsito se especifica esta última, Cuando las operaciones se efectúan en un mínimo de espacio se utilizan cepillos con cerdas de plástico y también flejes metálicos, que se arrastran manualmente por dos operados a ambos lados de la banda de concretado.

Juntas

Los equipos y materiales para el aserrado y sellado de las juntas en CFT son los convencionales en pavimentos de concreto. (15).

En el aserrado de juntas de contracción no rigen los plazos generalmente aceptados en pavimentos tradicionales. En efecto, las juntas son diseñadas para que las fisuras de contracción propias del concreto, aparezcan rectilíneas y no espontáneas. En consecuencia, el aserrado debe producirse cuando ha transcurrido

el tiempo necesario para que el concreto haya endurecido y esté en condiciones de soportar la acción del serrado y por otra parte antes de que aparezcan las fisuras de contracción. El lapso requerido para efectuar la operación de aserrado en CFT depende del proceso de endurecimiento tipo de cemento y temperatura ambiente.

En los CFT se han utilizado procedimientos de aserrado - húmedo con cortadoras provistas de disco de diamante y aserrado - seco con discos de carburo de silicio o carborundo. Esta última operación permite un trabajo más rápido. El procedimiento de aserrado húmedo es conveniente cuando se trata de pavimentos urbanos, para evitar la gran cantidad de polvo que ocasiona la limpieza del aserrado en seco.

Por las características propias del CFT la operación de aserrado debe hacerse dentro del cronograma previsto, por ello es conveniente la utilización de equipo de aserrado con varios discos y eventualmente; mantener un equipo de reserva.

No existe experiencia en la ejecución de juntas en fresco, procedimiento más lento que exige además mayor empleo de mano de obra. Sin embargo, las juntas obtenidas son correctas y más económicas. Nada parece impedir la utilización de este procedimiento en tramos cortos.

El sellado de las juntas en el CFT se efectúa más rápidamente que en los pavimentos convencionales pues, la ganancia inicial de resistencia y la diminuta relación agua cemento reducen la humedad de las paredes laterales de la junta, requisito de algunos productos de sellado. En el CFT las juntas deben sellarse lo antes posible y en todo caso no más allá de las 24 horas.

La experiencia a la fecha se refiere al empleo exitoso de varias alternativas. Se han utilizado sellos de vaciado en caliente, sellos de silicio y senos

de caucho de bajo módulo. No se descarta el empleo de sellos de neopreno preformado.

Curado

El curado del CFT es fundamental para lograr el rápido endurecimiento y la buena calidad del pavimento. Las acciones de curado comprenden la retención de la humedad y el aprovechamiento del calor de hidratación.

Para evitar la pérdida del agua de mezcla por evaporación superficial, a fin de incrementar la resistencia y evitar la fisuración temprana, se pulveriza la superficie del pavimento con productos que forman una película fina y homogénea, que impide la evaporación del agua.

Se asegura el control de la operación empleando líquidos que producen una película blanca, que se elimina por acción del tránsito y los agentes atmosféricos. Es recomendable el regar con rapidez y en exceso. El mínimo indicado es de un galón por 100 pies cuadrados; debiendo prevalecer las instrucciones del fabricante. Por la diversidad de productos existentes en el mercado, es necesario efectuar experiencias previas.

La operación de curado con productos filmógenos se puede efectuar con equipo portátil accionado por operarios a ambos lados del pavimento. Cuando se utilizan encofrados deslizantes o trenes de pavimentación, los equipos funcionan de manera mecánica y se encuentran incorporados a la pavimentadora.

Un procedimiento de curado adicional generalmente utilizado, especialmente en climas fríos o cuando se producen variaciones de temperatura lo constituye el aislamiento del concreto del entorno, para mantener una temperatura uniforme. (17).

A este efecto, se han utilizado materiales aislantes, constituidos por los denominados cobertores de curado que se colocan apropiadamente sobre el pavimento, después de la aplicación del líquido de curado. Estos cobertores pueden ser retirados momentáneamente para permitir la construcción de las juntas.

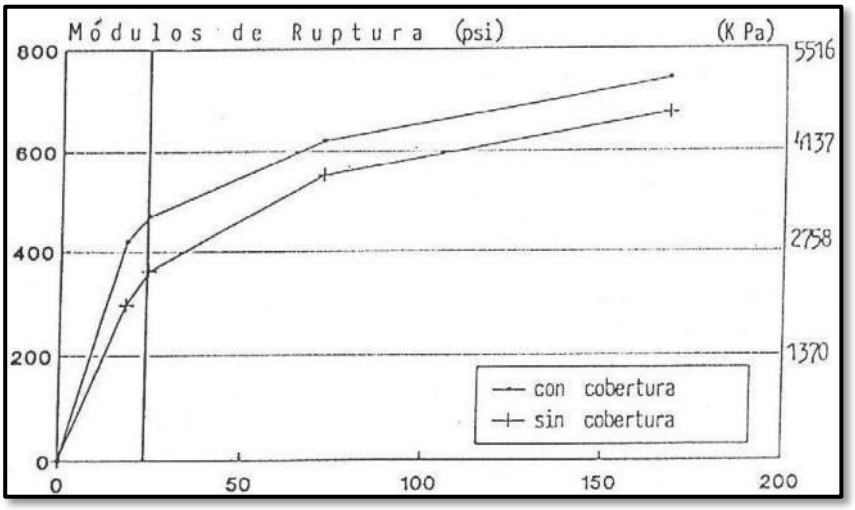
Este procedimiento constituye un sistema de curado autógeno, que aprovecha el calor desarrollado durante la hidratación del cemento, basado en el principio que el aumento de temperatura acelera la formación de productos de hidratación, con el consiguiente incremento de la resistencia.

Los cobertores están constituidos por una capa de espuma de poliestireno de célula cerrada, protegida en uno de sus lados por una película plástica. Este material es resistente y puede tener varios usos.

Las figuras indican las resistencias a la flexión obtenidas por una mezcla de CFT sujeta a las temperaturas que muestra el gráfico.

Gráfico 3:

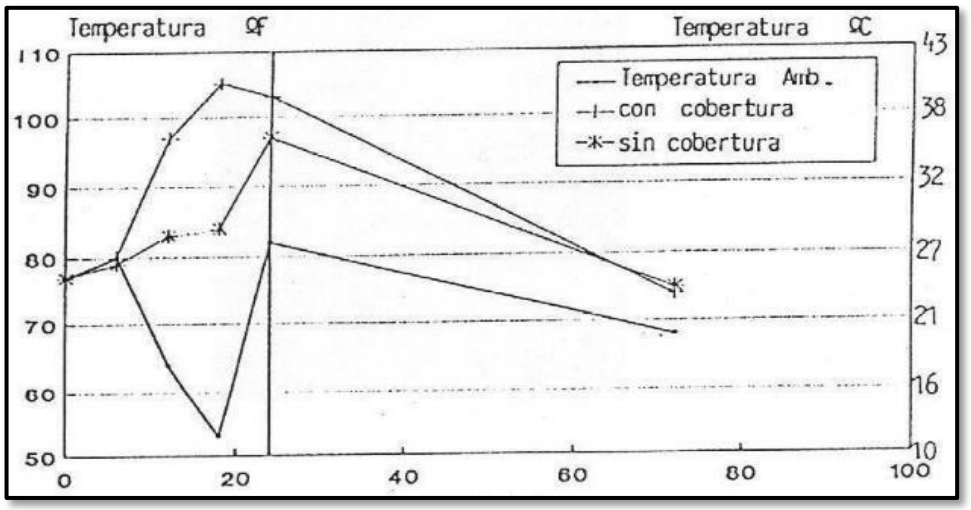
Temperatura de Pavimentos



Fuente: ASTM

Gráfico 4:

Resistencia a la flexión de Pavimentos



Fuente: ASTM

Puesta En Servicio

Un aspecto de gran interés en el CFT es la determinación del momento en el que el pavimento puede abrirse al tránsito.

Inicialmente el pavimento de concreto, falla por agrietamiento de la losa cuando el esfuerzo de tracción debido a las cargas de tráfico excede la resistencia a la flexión (módulo de rotura) del concreto. Sin embargo, de las numerosas investigaciones realizadas se ha podido determinar que el agrietamiento también se produce por la repetición de cargas de menor magnitud que la resistencia a la flexión del concreto. Los ensayos de laboratorio indican que el número de repeticiones de la carga que el concreto puede soportar sin rotura son una función de la relación entre la tensión aplicada y la resistencia. De esta manera diversos investigadores han propuesto diferentes modelos de agrietamiento por fatiga, que se han adoptado en los métodos de diseño.

En el método de diseño de pavimentos de concreto de la “Portland Cement Association”, se establecía hasta el año 1984 una relación lineal entre las

tensiones provocadas por las cargas y el logaritmo del número de aplicaciones que producía la rotura. Además, que si la razón entre las tensiones y la resistencia de la flexión a 90 días era menor de 0.5 el número de aplicaciones de carga podía ser infinito. En el año de 1984 la PCA adoptó un módulo de fatiga diferente. Se modificó la edad para verificar la resistencia a la flexión, que fue fijada a los 28 días. Además, se estableció que el número posible de cargas para una relación / tensión resistencia a la flexión = 0.46 toma un valor de 107 repeticiones de carga. (18).

En la práctica norteamericana se adopta como criterio para la puesta en servicio del CFT que el desarrollo de la resistencia a la flexión alcance un valor adecuado para que la relación tensión / resistencia sea igual o menor a 0. 5.

Este valor resulta conservador, en razón que las investigaciones efectuadas, se han realizado en laboratorio sobre -viguetas sometidas a carga de flexión, por los siguientes factores. a). En la losa de concreto del pavimento los esfuerzos de tracción son menores que en las probases. b). La resistencia alcanzada por el concreto en el pavimento es también mayor que la resistencia de los especímenes moldeados, especialmente por efecto del curado autógeno.

Para reducir la resistencia de la Anexión requerida para la puesta en servicio del pavimento, se ha planteado la alternativa de abrir inicialmente el tránsito a los automóviles, restringiendo el paso de vehículos pesados. De esta manera las cargas de servicio disminuyen, en un corto período, durante el cual el concreto alcanza la apropiada resistencia,

Si se abre al tránsito un pavimento de concreto únicamente para automóviles, podría aceptarse una resistencia de apertura a la Anexión de 200

psi (carga a los tercios). Mientras que con el ingreso de camiones el criterio de apertura llegaría a 500 psi.

Sin embargo, la Asociación Norteamericana de Pavimentos de Concreto recomienda como mínima resistencia de apertura 200 psi (carga a los tercios).

Se especula que cuando el concreto del pavimento alcanza rápidamente una resistencia adecuada, podría reducirse el valor de la resistencia de apertura, aún bajo el tráfico de camiones, ya que sólo pueden producirse unas cuantas repeticiones del eje crítico en un corto período de tiempo.

Se ha normalizado por el Departamento de Transportes de lowa, como criterio de apertura del pavimento de CFT, la resistencia a la Anexión de 400 psi, bajo carga central (340 psi en carga a los tercios, aprox.). Como se expresó inicialmente la Administración Federal de Aviación especifica una resistencia de apertura de 550 psi.

En el caso de no existir normatividad, o cuando ella lo permite es posible efectuar un análisis particular para determinar la resistencia de apertura, considerando las características del pavimento el desarrollo de la resistencia del concreto, el espesor de la losa y las cargas de tráfico que soportará el pavimento durante las primeras horas hasta alcanzar una resistencia conveniente

Como se sabe, la resistencia de los pavimentos de concreto se evalúa por ensayos (le Anexión debido a la similitud de esta prueba con el comportamiento del concreto en la obra. Sin embargo, en el control interno es posible utilizar los ensayos de compresión, de compresión diametral o ensayos no destructivos, si se efectúan estudios para encontrar una correlación con la resistencia a la flexión. Debe cuidarse establecer el tipo de resistencia a la Anexión que se especifique y/o utilice. En efecto, la prueba de Anexión puede realizarse con cargas en el centro

de la luz de la probeta, como viga en voladizo y con cargas en los tercios. En los dos primeros casos el momento de flexión máximo se presenta en una sección predeterminada donde se produce la rotura.

En el caso de solicitaciones en los tercios de luz, el tercio central (le la vigueta está sometida al momento máximo y la rotura se puede producir en cualquier lugar donde ocurra una falla del material. Consecuentemente esta prueba es más representativa de las características mecánicas del concreto, pero se obtienen menores resistencias para el mismo tipo de concreto y geometría del espécimen, lo que es necesario distinguir y tener en cuenta.

Experiencia Nacional

En nuestro país se han efectuado ensayos de laboratorio sobre CFT, con el propósito de contribuir a tramos experimentales de pavimento. Estos trabajos han sido coordinados por ASOCEM con el apoyo de las empresas cementeras y otras que están vinculadas a la construcción de pavimentos de concreto.

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general

Se tendrá la alternativa para el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

2.4.2. Hipótesis específicas.

- Se llegará a tener la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

- La resistencia a la compresión será el adecuado con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
- Las resistencias iniciales serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Tecnología del concreto Fast Track.

2.5.2. Variables dependientes.

- Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 11:

Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Tecnología del concreto Fast Track.	Es un enfoque o conjunto de técnicas y métodos utilizados en la industria de la construcción y la ingeniería civil para acelerar el proceso de construcción y permitir la utilización temprana de las estructuras de concreto.	Acelerar el proceso de construcción de estructuras de concreto.	Estandarización	• Mezclas de concreto. • Métodos de curado acelerado • Planificación eficiente • Gestión de recursos optimizada	Razón

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 12:

Operacionalización de Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos	Conjunto de técnicas, métodos y prácticas utilizadas en la industria de la construcción para optimizar la calidad, durabilidad, eficiencia y vida útil de las superficies de pavimentos.	Describir las acciones específicas y las prácticas concretas que se llevan a cabo en el terreno para lograr una pavimentación de alta calidad y un mantenimiento efectivo de las superficies pavimentadas.	**D1:** Técnicas y métodos	**I1:** Diseño y planificación eficiente	Razón
				I2: Selección de materiales adecuados	
				I3: Tecnología de construcción avanzada.	

FUENTE: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La metodología a emplear en la siguiente investigación, se encuentra dentro de la modalidad de estudio hipotético deductivo por el tipo de esquema utilizado en la elaboración del presente trabajo de investigación.

En donde se procederá a comparar los tiempos de ejecución y los costos de construcción y mantenimiento dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles luego de la descripción de todos y cada uno de los parámetros que los conforman y de las características propias de cada una.

3.2. Nivel de investigación

Descriptivo

3.3. Métodos de investigación.

La investigación tiene un estudio científico.

3.4. Diseño de investigación.

El ámbito de estudio elegido es en toda Lima Metropolitana y las variables como concreto Fast Track o de alta resistencia inicial en pavimentos por tener varios usos, se eligieron pistas de medio y alto tránsito vehicular

En general el estudio es del tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal.

Es descriptivo porque describe la realidad, sin alteración.

Es no experimental porque se estudia y se analiza sin recurrir al laboratorio.

El método a utilizar será el analítico, que consiste en hacer un estudio sobre el estado de las vías más transitadas en la capital, identificar qué tipo de pavimentos son los que sufren más deterioro, elaborando un análisis estadístico de construcción de vías, índices de reparación y mantenimiento de vías en los últimos años.

Para lograr los objetivos descriptivos se procedió a la aplicación del instrumento de recolección de datos, estuvo basada en la práctica de una serie de entrevistas con determinados ingenieros que laboran en las distintas compañías en el sitio de obra, desempeñando diversos trabajos dependiendo de la necesidad que está presente; donde luego de entregar una serie de cartas explicando la finalidad de este trabajo especial de grado, se fue otorgada la información pertinente en digital para su posible elaboración. Entre están: los cómputos métricos para determinar los costos y el plan macros de una obra de pavimentación de asfalto y de concreto.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

Para la presente investigación el universo está dado por la delimitación geográfica de Lima Metropolitana, involucrando 2 avenidas principales de la parte sur de nuestra ciudad.

3.5.2. Muestra.

Se seleccionarán 2 pistas de alto tránsito vehicular y de diferente diseño, cuyo mejoramiento se ejecutó durante el año 2015.

Pavimentación de concreto: Av. María Elena Moyano en el Distrito de Villa el Salvador.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Para lograr los objetivos descriptivos se procedió a la aplicación del instrumento de recolección de datos, estuvo basada en la práctica de una serie de entrevistas con determinados ingenieros que laboran en las distintas compañías en el sitio de obra, desempeñando diversos trabajos dependiendo de la necesidad que está presente; donde luego de entregar una serie de cartas explicando la finalidad de este trabajo especial de grado, se fue otorgada la información pertinente en digital para su posible elaboración. Entre están: los cómputos métricos para determinar los costos y el plan macros de una obra de pavimentación de asfalto y de concreto.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos que se usaran son especificados en las normas antes mencionadas.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para la realización de los siguientes análisis de tiempos de ejecución de pavimentos flexibles y de concreto Fast Track, tomaremos en cuenta los rendimientos de las obras de la muestra (1.3.2).

Al igual que en el capítulo anterior realizaremos el cálculo de días para un pavimento de 1 calzada de 3.6 m de ancho y con una longitud de 1 Km.

3.8. Tratamiento estadístico.

Para la demostración de hipótesis se necesitará el uso de programas estadísticos.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo para el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track en la ciudad de Lima Metropolitana, implica una serie de pasos y consideraciones técnicas específicas. Aquí se describe de manera concreta y precisa cómo se llevaría a cabo este proceso:

Evaluación previa y diagnóstico: Antes de iniciar cualquier trabajo, se realiza una evaluación detallada del estado actual de los pavimentos. Esto incluye identificar áreas dañadas, evaluar la gravedad de las imperfecciones y determinar las causas subyacentes del deterioro. Se pueden utilizar herramientas tecnológicas avanzadas, como drones y software de análisis de imagen, para obtener un diagnóstico preciso.

Diseño del proyecto: Basándose en la evaluación previa, se desarrolla un diseño específico para la rehabilitación o construcción de pavimentos. Este diseño considera el uso de concreto Fast Track, un tipo de concreto de alta

resistencia y rápido fraguado que permite la reapertura al tráfico de manera más rápida en comparación con los concretos tradicionales. El diseño también incluye especificaciones técnicas como el espesor del pavimento, la formulación del concreto, y los métodos de colocación y curado.

Preparación del sitio: Antes de la colocación del concreto, se prepara el sitio de trabajo. Esto puede incluir la remoción de pavimentos existentes, la preparación de la base y subbase para asegurar la correcta nivelación y compactación, y la instalación de drenaje si es necesario.

Mezcla y colocación del concreto Fast Track: El concreto Fast Track se mezcla siguiendo las especificaciones del proyecto, lo que a menudo requiere un control preciso de los materiales, como el agregado, el cemento, y los aditivos que aceleran el fraguado y mejoran la resistencia. La colocación del concreto se realiza con equipos especializados, asegurando una distribución uniforme y un acabado adecuado para las superficies de pavimento.

Curado rápido y control de calidad: Dado que el concreto Fast Track está diseñado para endurecerse rápidamente, el proceso de curado y los controles de calidad son cruciales. Se deben seguir procedimientos específicos para asegurar que el concreto alcance la resistencia deseada en el tiempo previsto, lo que incluye el monitoreo de la temperatura y la humedad. Las pruebas de resistencia y durabilidad se realizan para garantizar que el pavimento cumpla con los estándares establecidos.

Apertura al tráfico: Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia adecuada, el pavimento puede ser abierto al tráfico. La rapidez en este proceso es una de las principales ventajas del concreto Fast Track, permitiendo minimizar las interrupciones en áreas urbanas congestionadas como Lima Metropolitana.

Monitoreo post-construcción: Después de la apertura al tráfico, se realiza un seguimiento del comportamiento del pavimento bajo condiciones reales de uso. Esto ayuda a identificar cualquier problema potencial temprano y permite realizar ajustes o reparaciones necesarias para asegurar la longevidad del pavimento.

4.1.1. Análisis de tiempos de ejecución de pavimentos convencionales vs pavimentos de concreto Fast Track y gastos de rehabilitación de vías

Para la realización de los siguientes análisis de tiempos de ejecución de pavimentos flexibles y de concreto Fast Track, tomaremos en cuenta los rendimientos de las obras de la muestra (1.3.2).

Al igual que en el capítulo anterior realizaremos el cálculo de días para un pavimento de 1 calzada de 3.6 m de ancho y con una longitud de 1 Km.

Características

- **Para el pavimento flexible**

  Tomaremos como fuente al pavimento que se construyó en la Av. Circuito dePlayas de la Costa Verde (Distritos de Barranco y Chorrillos).

  - Sub base granular de 30 centímetros de espesor (CBR 40 %).
  - Base granular de 20 centímetros de espesor (CBR 80 %)
  - PEN 60 / 70

- **Para el pavimento rígido**

  Tomaremos como fuente al pavimento que se construyó en la Av. María Elena Moyano (Distrito de Villa el Salvador).

  - Base granular de 15 centímetros de espesor (CBR 80 %)o Módulo de Rotura a la flexión de 48 Kg/cm2
  - Índice de serviciabilidad inicial de 4.5

- Desviación estándar de 0.35 o Coeficientes de drenaje: 1.2 o Factor J de 3.2

- **Periodos de construcción de pavimentos**

  A continuación, presentamos el cálculo de los tiempos de ejecución para la construcción de nuestros pavimentos.

  Para cada uno de ellos haremos el costeo de un kilómetro por calzada de 3.6 m de ancho, esto con el objeto de comparar equitativamente el periodo de construcción de los pavimentos.

Ilustración 17:

Construcción de pavimento flexible (Mejoramiento Vial de la Costa Verde) y de Concreto Fast Track (Mejoramiento Av. Moyano – Villa el Salvador)



Fuente: Elaboración propia

- **Pavimento flexible**

  De acuerdo a los rendimientos de construcción de pavimentos del tipo flexible, y a las características mencionadas en el capítulo 7.2.1, se calcularán los días para cada partida.

Tabla 13:

Cálculo de días por partida para la ejecución del pavimento de asfalto

PAVIMENTACION CONVENCIONAL DE ASFALTO						
Obra:	***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***					
Ubicación:	Distrito de Barranco - Provincia: LIMA			Fecha:		
Moneda:	Soles					
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		Ancho de Calzada (m)		3.6
Losa de Concreto MR = 48		100	mm	N° de Calzadas		1
Carpeta Nivelante		0	mm	Longitud de vía (m)		1000
Base granular		200	mm			
Sub base		300	mm			
Mejoramiento de la sub rasante		0	mm			
Total		**600**	**mm**			
PART. #	**DESCRIPCION**	**UNID**	**METRADO**	**CUADRILLA**	**REND.**	**DÍAS**
1.01	Corte a nivel de sub rasante	M3	2160.00	1	200.00	11
1.02	Eliminación de Material Excedente	M3	2592.00	1	400.00	7
1.03	Conformación de Sub rasante	M2	3600.00	1	600.00	6
1.04	Sub base Granular	M2	3600.00	1	1,000.00	4
1.05	Base Granular	M2	3600.00	1	1,200.00	3
2.05	Imprimación Asfáltica	M2	3600.00	1	2,830.00	2
3.05	Riego de Liga	M2	3600.00	1	2,830.00	2
4.05	Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M2	3600.00	1	2,500.00	2
TOTAL, TIEMPO DE CONSTRUCCION DE 1 KM X CALZADA						**37 DIAS**

Fuente: Elaboración propia

- **Pavimento rígido**

  De acuerdo a los rendimientos de construcción de pavimentos del tipo rígido, y a las características mencionadas en el capítulo 7.2.1, se calcularán los días para cada partida.

Tabla 14:

Calculo de días por partida para la ejecución del pavimento de concreto

PAVIMENTACION DE CONCRETO FAST TRACK						
Obra:	***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***					
Ubicación:	Distrito de Villa el Salvador - Provincia: LIMA			Fecha:		
Moneda:	Soles					
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		Ancho de Calzada (m)		3.6
Losa de Concreto MR = 48		150	mm	N° de Calzadas		1
Carpeta Nivelante		0	mm	Longitud de vía (m)		1000
Base granular		150	mm			
Sub base		0	mm			
Mejoramiento de la sub rasante		100	mm			
Total		**400**	**mm**			
PART. #	**DESCRIPCION**	**UNID.**	**METRADO**	**CUADRILLA**	**REND.**	**DÍAS**
1.01	Corte de nivel de sub rasante	M3	1440.00	1	200.00	8
1.02	Eliminación de Material Excedente	M3	1728.00	1	400.00	5
1.03	Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3600.00	1	600.00	6
1.04	Base Granular	M2	3600.00	1	1,000.00	4
1.05	CONCRETO MR 48 FAST TRACK (CON PAVIMENTADORA)	M2	3600.00	1	1,200.00	3
1.06	Sellado de juntas	ML	2001.60	3	200.00	4
TOTAL, TIEMPO DE CONSTRUCCION DE 1 KM X CALZADA						**30 DIAS**

Fuente: Elaboración propia

- **Evaluación de resultados**

  A continuación, presentamos un cuadro resumen con los tiempos calculados estimados para la construcción de los pavimentos asfalticos y de concreto FT.

Tabla 15:

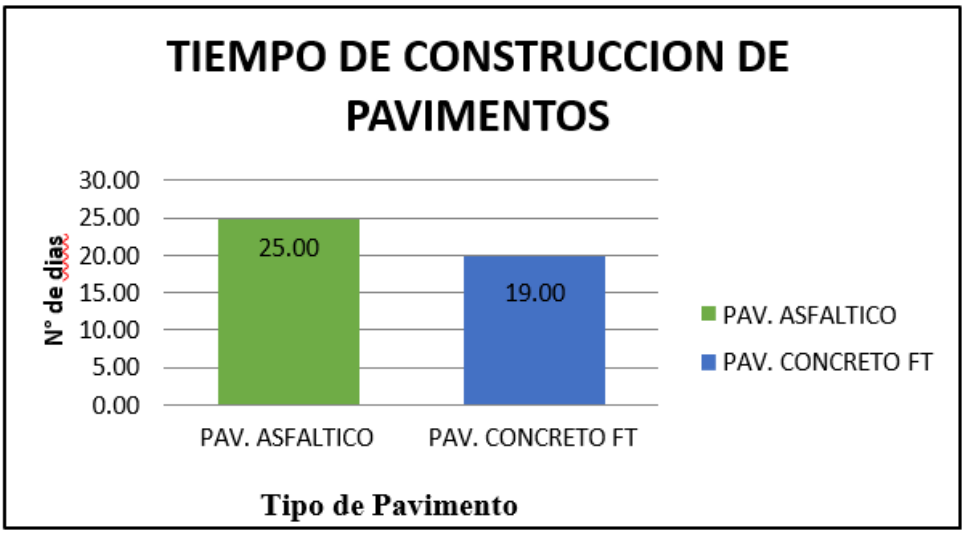
Resumen de periodos de ejecución de pavimentos

TIEMPO DE CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS		
TIPO	**DURACION (DIAS)**	**%**
PAV. ASFALTICO	25.00	56
PAV. CONCRETO FT	19.00	43
TOTAL	**44.00**	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5:

Comparativo de tiempos de trabajo de pavimentos



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis comparativo económico en la construcción de pavimentos convencionales y de concreto fast track

Para la realización de nuestro análisis a nivel de costos tomaremos como referencia los costos unitarios de las pavimentaciones ejecutadas en la Av. Circuito de Playas, distritos de Barranco y Chorrillos, y en la Av. María Elena Moyano, distrito de Villa el Salvador; la primera corresponde al diseño de un pavimento flexible y la segunda a la de un pavimento rígido de concreto de alta resistencia inicial, ambas estructuras poseen condiciones similares de suelos de

fundación (con valores de CBR entre el 15 % - 25%, pueden considerarse como suelos regulares - buenos), además de poseer un alto índice de tráfico vehicular; lo que hace particular y especial a estas vías es que ambas son de mucha importancia para las zonas a las cuales corresponden. Por un lado el Circuito de Playas de la Costa verde es un acceso rápido para los vehículos que parten del Callao y se dirigen a los distritos del Sur de Lima. Mientras que la Av. María Elena Moyano es una vía de acceso al distrito de Villa el Salvador, esta avenida forma parte de una ruta de acceso hacia la Panamericana Sur.

Para que la presente investigación sea a nivel de Lima Metropolitana, se evaluaran los costos de construcción de pavimentos de acuerdo a diseños que cumplan ciertas condiciones de suelo y tránsito que los validen como equivalentes, por ello definiremos una matriz de comparación en la que se considerarán tipos de suelos y rangos de valores de tránsito, manteniendo para este fin condiciones climáticas similares.

Matriz de comparación

Se debe definir la configuración del análisis estableciendo niveles para las variables a partir de las cuales se efectúa la comparación. En este caso, se han considerado seis niveles de tránsito para el pavimento hipotético y tres tipos de suelo con diferente capacidad portante. Esto permite definir una matriz de comparación y análisis, cuya estructura se muestra en la tabla 6.2.

En este método se calcularán los espesores de carpeta de rodadura referenciados a cada celda de la matriz, para ello emplearemos las condiciones de capas granulares de las pavimentaciones de la muestra.

Con el cálculo de los espesores equivalentes, para los pavimentos flexibles y rígidos cuantificaremos el costo de construcción a partir de un modelo de costeo y comparación.

Esta matriz servirá para conocer los diferentes costos en la construcción de pavimentos equivalentes de asfalto y de concreto Fast Track, utilizando para ello una matriz que muestre de manera sencilla estos valores.

Tabla 16:

Matriz de análisis: espesores / costos

	Espesores de Carpetas de Rodadura (mm)					
N° de veh. pesados x día / CBR Sub Rasante	Asfalto			Concreto FT		
	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3
TCD1						
TCD2						
TCD3						
TCD4						
TCD5						
TCD6						

Fuente: Elaboración propia

La Matriz Y El Transito

Para el análisis, mostrado en la tabla 6.2, se consideran los siguientes niveles en el transito medio diario anual (IMDA) para el primer año del periodo de análisis:

- TCD1 = 150 vehículos
- TCD2 = 450 vehículos
- TCD3 = 1350 vehículos
- TCD4 = 2250 vehículos
- TCD5 = 3750 vehículos
- TCD6 = 4550 vehículos

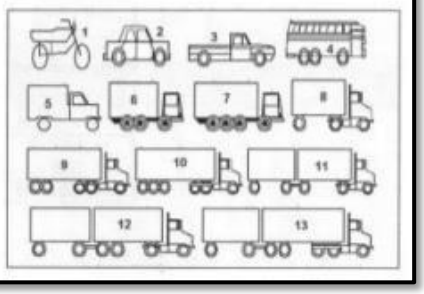
Se estima un crecimiento del tránsito de 3% anual y una vida útil de veinte años para los dos tipos de pavimentos.

Se ha adoptado la distribución de vehículos de la FHWA (Tabla 6.2.1). La FHWA tiene determinada de manera estadística la cantidad de ejes simples, tándem y tridem correspondientes.

Ilustración 18:

Distribución de vehículos FHWA

Clase vehic.	% tránsito	ejes simples	ejes tándem	ejes tridem
4	1,8	1,62	0,39	0,00
5	24,6	2,00	0,00	0,00
6	7,6	1,02	0,99	0,00
7	0,5	1,00	0,26	0,83
8	5,0	2,38	0,67	0,00
9	31,3	1,13	1,93	0,00
10	9,8	1,19	1,09	0,89
11	0,8	4,29	0,26	0,06
12	3,3	3,52	1,14	0,06
13	15,3	2,15	2,13	0,35



Fuente: Elaboración propia

La distribución de cargas por eje considerada se muestra a continuación.

Tabla 17:

Distribución implicada de cargas por eje (para 1000 vehículos pesados)

Ejes simples		**Ejes dobles**		**Ejes triples**	
Carga (Ton)	**N° de Ejes**	**Carga (Ton)**	**N° de Ejes**	**Carga (Ton)**	**N° de Ejes**
3	228	4	164		
4	282	6	159		
5	613	8	137	6	25
6	125	10	126	9	15
7	66	12	131	12	14
8	37	14	129	15	15
9	21	16	94	18	19
10	12	18	56	21	16
11	4	20	28	24	10
12		22	14	27	6
13		24	5	30	3
14		26	0	33	1
15		28	0	36	1
16		30	0	39	
TOTAL	**1388**		**1043**		**125**

Fuente: Elaboración propia

Con estos valores de tránsito y carga se calcularon los factores de equivalencia para cada caso (TF).

La matriz y el tipo de suelo

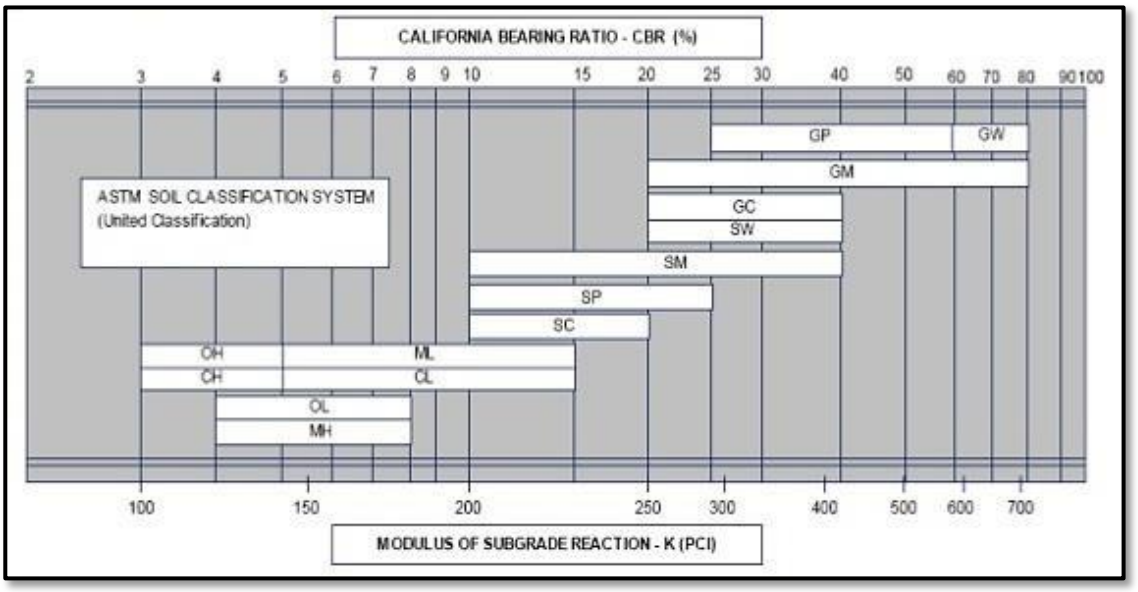
Se ha caracterizado el suelo a partir de su valor CBR de la subrasante, obteniéndose tres niveles:

- S1 = 3% CBR (suelo malo)
- S2 = 10% CBR (suelo regular – bueno)
- S3 = 25% CBR (suelo muy bueno)

Cabe mencionar que la denominación de malo, regular – bueno y excelente, es referencial.

Ilustración 19:

Tipos de suelo y rango de porcentajes de CBR



Fuente: Elaboración propia

Características para el pavimento flexible

Tomaremos como fuente al pavimento que se construyó en la Av. Circuito de Playas de la Costa Verde (Distritos de Barranco y Chorrillos).

- Sub base granular de 30 centímetros de espesor (CBR 40 %).

- Base granular de 20 centímetros de espesor (CBR 80 %)
- PEN 60 / 70
- Índice de serviciabilidad inicial de 4.2
- Desviación estándar de 0.45
- Coeficientes estructurales: 0.44, 0.14 y 0.11 para la carpeta, base y sub base respectivamente
- Coeficientes de drenaje: 1.2, 1.0 y 0.8 para la carpeta, base y sub base respectivamente.

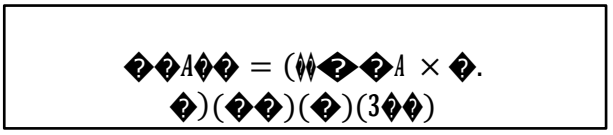
Para el pavimento rígido

Tomaremos como fuente al pavimento que se construyó en la Av. María Elena Moyano (Distrito de Villa el Salvador).

- Base granular de 15 centímetros de espesor (CBR 80 %)
- Módulo de Rotura a la flexión de 48 Kg/cm2
- Índice de serviciabilidad inicial de 4.5
- Desviación estándar de 0.35 o Coeficientes de drenaje: 1.2 o Factor J de 3.2

Características del transito

Para nuestro análisis, presentamos la ecuación de cálculo de los ejes equivalentes para las 2 alternativas. El eje equivalente es función del daño de un eje patrón simple de 8.2 Ton de carga en la estructura por lo que presentan valores diferentes dependiendo de la alternativa de pavimentación, como se muestra en la siguiente tabla.



ESALS: “Equivalent Single Axle Loads” (Cargas equivalentes de un solo eje)

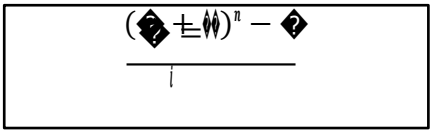


Tabla 18:

Ejes equivalentes para el periodo de diseño de 30 años

CLASE	N° veh. pesados	ASFALTO	CONCRETO FT	ASFALTO	CONCRETO FT
	TMDA	T	TF	ESALS	ESALS
T1	150	1.039	1.831	1353599	238474
T2	450	1.03	1.752	4026048	6845227
T3	1350	1.025	1.605	12019585	18814196
T4	2250	1.02	1.641	19932874	32054962
T5	3750	1.021	1.54	332235456	50156948
T6	4550	1.018	1.54	40226094	60857097

Fuente: Elaboración propia

Características de la sub rasante

Con los valores de CBR de las pavimentaciones de asfalto y concreto, estimaremos así los valores de Modulo de Resiliencia y K equivalente

Tabla 19:

Características de la Sub rasante

CBR	ASFALTO	CONCRETO FT
	MR (MPa)	K eq (MPa/m)
3%	28.4	44.72
10%	64.7	78.35
25%	121.2	112.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20:

Ejes equivalentes para el periodo de diseño de 30 años

CLASE	N° veh. pesados	ASFALTO	CONCRETO FT	ASFALTO	CONCRETO FT
	TMDA	TF	TF	ESALS	ESALS
T1	150	1.039	1.831	1353599	238474
T2	450	1.03	1.752	4026048	6845227
T3	1350	1.025	1.605	12019585	18814196
T4	2250	1.02	1.641	19932874	32054962
T5	3750	1.021	1.54	332235456	50156948
T6	4550	1.018	1.54	40226094	60857097

Fuente: Elaboración propia

Características de la sub rasante

Con los valores de CBR de las pavimentaciones de asfalto y concreto, estimaremos así los valores de Modulo de Resiliencia y K equivalente

Tabla 21:

Características de la Sub rasante

CBR	ASFALTO	CONCRETO FT
	MR (MPa)	K eq (MPa/m)
3%	28.4	44.72
10%	64.7	78.35
25%	121.2	112.85

Fuente: Elaboración propia

Matriz de paquetes técnicamente equivalentes

Con los parámetros de diseño y la ecuación de diseño AASTHO 93, se calcula la matriz de pavimentos equivalentes para cada tipo de suelo y nivel de tránsito.

Tabla 22:

Matriz de comparación de pavimentos equivalentes

	Espesores de Carpetas de Rodadura (mm)					
	Asfalto			Concreto FT		
N° de veh. pesados x día / CBR Sub Rasante	**CBR 3%**	**CBR 10%**	**CBR 25%**	**CBR 3%**	**CBR 10%**	**CBR 25%**
TCD1	127.00	76.20	50.80	170.00	170.00	160.00
TCD2	152.40	101.60	63.50	210.00	200.00	190.00
TCD3	190.50	127.00	88.90	240.00	240.00	230.00
TCD4	203.20	139.70	114.30	270.00	260.00	250.00
TCD5	228.60	165.10	127.00	290.00	280.00	270.00
TCD6	241.30	177.80	139.70	290.00	280.00	280.00

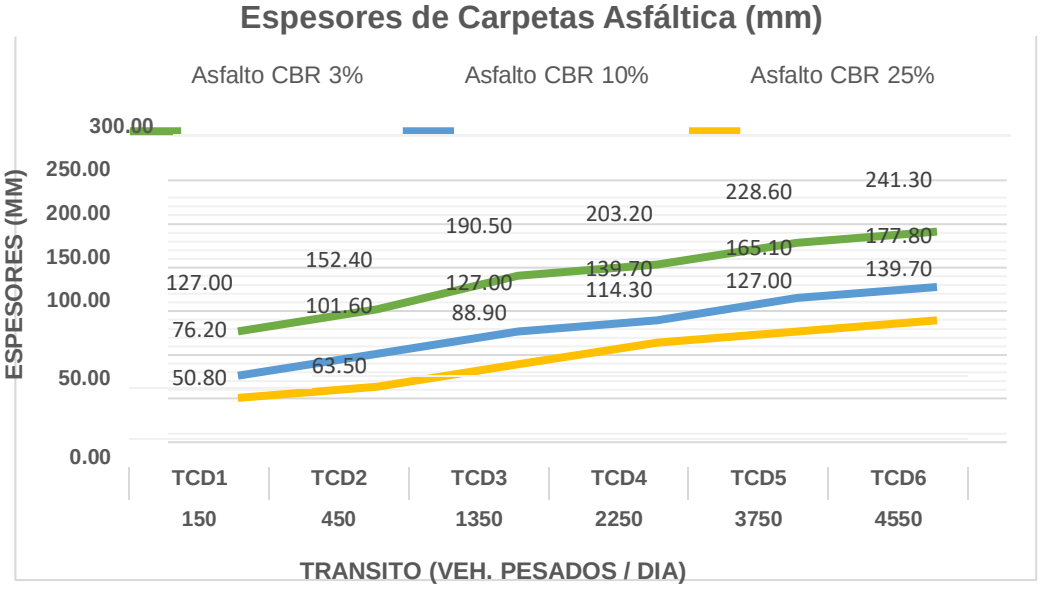
Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Presentación de resultados obtenidos del suelo

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de los diseños de pavimentos flexible y rígido de acuerdo a la norma AASHTO 93; como punto a resaltar en las gráficas es que a medida que el transito aumenta, se hace necesario aumentar el espesor de la superficie de rodadura, además de que los pavimentos de concreto son menos sensibles al tipo de suelo.

Gráfico 6:

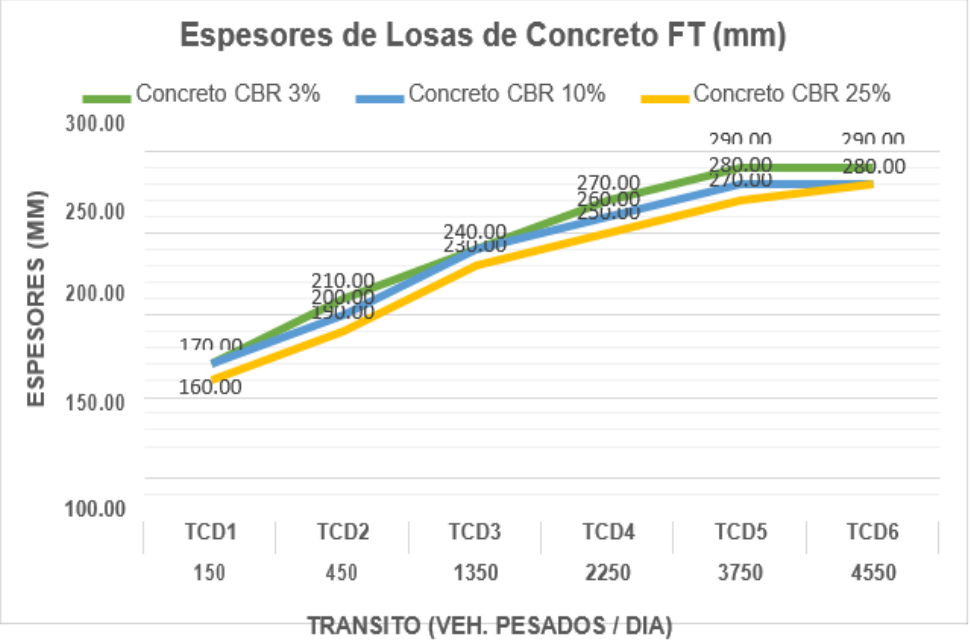
Resultados de diseño AASHTO 93 – FLEXIBLE (ASFALTO)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7:

Resultados de diseño AASHTO 93 – RIGIDO (CONCRETO)



Fuente: Elaboración propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Análisis de los agregados

El análisis de los agregados es fundamental en el campo de la ingeniería civil, especialmente cuando se trata de la construcción y rehabilitación de pavimentos, ya que las propiedades físicas y químicas de los agregados afectan directamente la calidad, la durabilidad y la resistencia del concreto y del asfalto. Aquí se describe de manera concreta y precisa los aspectos principales de este análisis; Agregados gruesos: Son aquellos cuyo tamaño es mayor que 4.75 mm. Se utilizan en la producción de concreto para proporcionar resistencia y soporte estructural, agregados finos: Son aquellos cuyo tamaño está entre 0.075 mm y 4.75 mm. Contribuyen a la trabajabilidad del concreto y al llenado de espacios entre los agregados gruesos.

Propiedades Físicas

Granulometría: La distribución del tamaño de las partículas afecta la compacidad, la trabajabilidad y la resistencia del concreto. Se determina mediante tamizado.

Forma y textura: La forma (redondeada, angular, etc.) y la textura superficial de los agregados influyen en la trabajabilidad y la cohesión del concreto.

Densidad y absorción: La densidad de los agregados afecta la densidad y la resistencia del concreto, mientras que la absorción indica la cantidad de agua que los agregados pueden absorber, lo cual es crucial para calcular la relación agua-cemento.

Tabla 23:

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Qu Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
3/8"	**9.500**	10.20	2.79	2.79	97.21	100.00	100.00
N° 4	**4.750**	10.14	2.78	5.57	94.43	95.00	100.00
N° 8	**2.360**	35.00	9.59	15.16	84.84	80.00	100.00
N° 16	**1.180**	79.25	21.71	36.87	63.13	50.00	85.00
N° 30	**0.600**	76.84	21.05	57.93	42.07	25.00	60.00
N° 50	**0.300**	71.25	19.52	77.45	22.55	5.00	30.00
N° 100	**0.150**	51.00	13.97	91.42	8.58	-	10.00
N° 200	**0.075**	25.41	6.96	98.38	1.62	-	5.00
FONDO	**-**	5.91	1.62	100.00	-	-	-
		365.000	**100.000**				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"
MODULO DE FINURA:							2.87

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 24:

Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Qu Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
1 ½"	37.500						
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00
1/2"	12.500	529.2	52.9	52.9	47.1	20.00	55.00
3/8"	9.500	328.3	32.8	85.7	14.3	-	15.00
N° 4	4.750	96.9	9.7	95.4	4.6	-	5.00
N° 8	2.360	28.1	2.8	98.3	1.8	-	-
N° 16	1.180	5.3	0.5	98.8	1.2		
FONDO	-	12.2	1.2	100.0	-		
		1000.000	100.000				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/4"
MODULO DE FINURA:							6.81

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 25:

Resumen de las propiedades físicas de los agregados

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Suelto	1571	Kg/m3	1445	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1728	Kg/m3	1525	Kg/m3
P. Especifico Masa Seca	2.69	gr/cm3	2.23	gr/cm3
Contenido de Humedad	2.84	%	0.96	%
% de Absorción	1.47	%	1.25	%
Módulo de Fineza	2.87		6.81	
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"	3/4	"

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. Diseño de mezcla

El método del ACI 211 para el diseño de mezclas de concreto es un procedimiento estándar utilizado para determinar las proporciones

adecuadas de los componentes de una mezcla de concreto, con el objetivo de alcanzar ciertas propiedades deseadas en el concreto endurecido, como la resistencia y la trabajabilidad. Este método se describe detalladamente en el documento "ACI 211.1-91, Reapproved 2009: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete" del American Concrete Institute (ACI).

Tabla 26:

Resultados del diseño de mezcla método del ACI 211

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
CEMENTO	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
A. FINO	700.451	kg	14.01	kg	0.01400902
A. GRUESO	954.822	kg	19.10	kg	0.01909644
AGUA (L/m3)	198.411	kg	3.97	kg	0.00396822
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 27:

Proporción de aditivo acelerante

ADITIVO	UND	DOSIFICACION
ADITIVO ACELERANTE (SikaCem® Acelerante PE)	%	4.0%

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 28:

Resultados de la dosificación de aditivo acelerante

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL (PG)		Gr	…	…	…
			…	…	…
		0	0.29	0.29	0.29

FUENTE: Elaboración propia

4.2.3. Método del penetrómetro para determinar la resistencia a edades tempranas

El método del penetrómetro es una técnica utilizada para evaluar la resistencia del concreto a edades tempranas, particularmente útil en obras de construcción donde es necesario conocer la resistencia inicial del concreto para planificar etapas subsecuentes del proyecto, como el desencofrado o la aplicación de cargas. Este método proporciona una estimación indirecta de la resistencia del concreto mediante la medición de la resistencia a la penetración.

Tabla 29:

Resistencias iniciales del concreto – patrón general (PG)

METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO - RESISTENCIAS INICIALES (METODO - PENETROMETRO)										
HORA DE LECTURA (hh:mm)	HORA ACUMULADA (hh:mm)	TEMPE. AMBIENTE (°C)	FUERZA A LA PENETRACION (Kp)					PROMEDIO (Kp	RESISTENCIA LA COMPRESION	
									N / mm²	MPa
11.00	0.00	17.01	13	13	13	13	13	13	0.22	0.22
11.30	0.30	16.55	23	21	22	23	23	22.4	0.33	0.33
12.00	1.00	16.59	34	35	34	35	36	34.8	0.54	0.54
12.30	1.30	16.94	44	42	42	45	45	43.6	0.64	0.64
13.00	2.00	17.02	74	73	75	75	75	74.4	1.13	1.13

FUENTE: Elaboración propia

En este presente tabla determinamos los resultados del diseño patrón general siendo este un concreto convencional se realiza una evaluación de las resistencias iniciales por el método del penetrómetro, pudiendo determinar que a media hora de fraguado tenemos 0.22 Mpa de resistencia y con un tiempo pasado a los 02:00 horas tenemos una resistencia de 1.13 Mpa de resistencia, así mismo podemos observar la evolución en el siguientegráfico.

Gráfico 8:

Resistencias tempranas patrón general

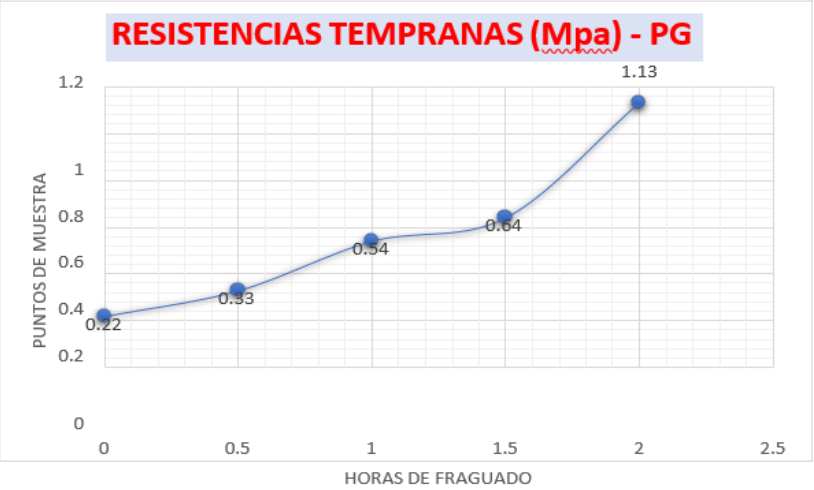


Tabla 30:

Resistencias iniciales del concreto – patrón aditivo 4% (PA)

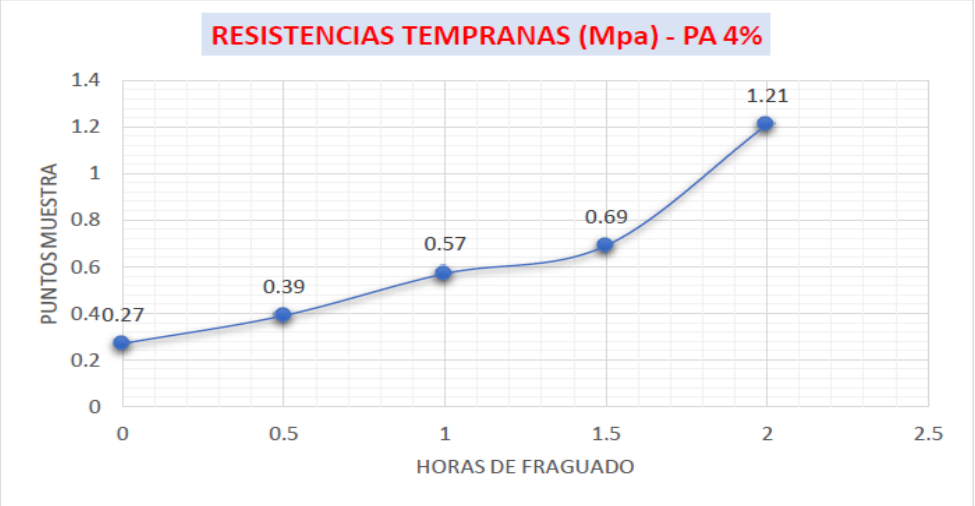
METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO - RESISTENCIAS INICIALES (METODO - PENETROMETRO)										
HORA DE LECTURA (hh:mm)	HORA ACUMULADA (hh:mm)	TEMP E. AMBIENTE (°C)	FUERZA A LA PENETRACION (Kp)				PROMEDIO (Kp		RESISTENCIA LA COMPRESION	
									N / mm²	MPa
11.00	0.00	16.8	17	17	18	19	17	17.6	0.27	0.27
11.30	0.30	16.9	26	25	25	27	27	26	0.39	0.39
12.00	1.00	17.2	36	36	37	38	38	37	0.57	0.57
12.30	1.30	17.8	46	47	48	48	47	47.2	0.69	0.69
13.00	2.00	17.1	80	80	81	79.5	82	80.5	1.21	1.21

FUENTE: Elaboración propia

En este presente tabla determinamos los resultados del diseño patrón con aditivo acelerante al 4% por lo tanto se realiza una evaluación de las resistencias iniciales por el método del penetrómetro, pudiendo determinar que a media hora de fraguado tenemos 0.27 Mpa de resistencia y con un tiempo pasado a los 02:00 horas tenemos una resistencia de 1.21 Mpa de resistencia, así mismo podemos observar la evolución en el siguiente gráfico.

Gráfico 9:

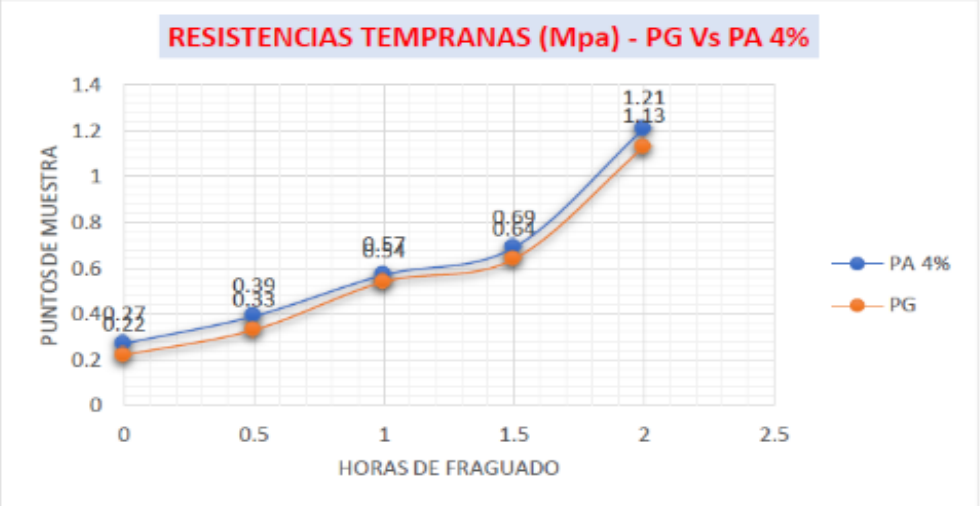
Resistencias tempranas patrón con aditivo al 4%



FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 10:

Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo



FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a este grafico podemos evaluar la evolución del concreto a edades tempranas, pudiendo determinar que el concreto con aditivo acelerante es el quien más rápido consigue su fraguado y esto se evaluó mediante el método del penetrómetro.

4.2.4. Resistencia a la compresión del concreto

La resistencia a la compresión del concreto es una de las propiedades más importantes y comúnmente evaluadas de este material de construcción. Refleja la capacidad del concreto para resistir cargas que tienden a reducir su tamaño, siendo crucial para el diseño estructural y la seguridad de las construcciones.

Tabla 31:

Resistencias a la compresión muestra patrón general

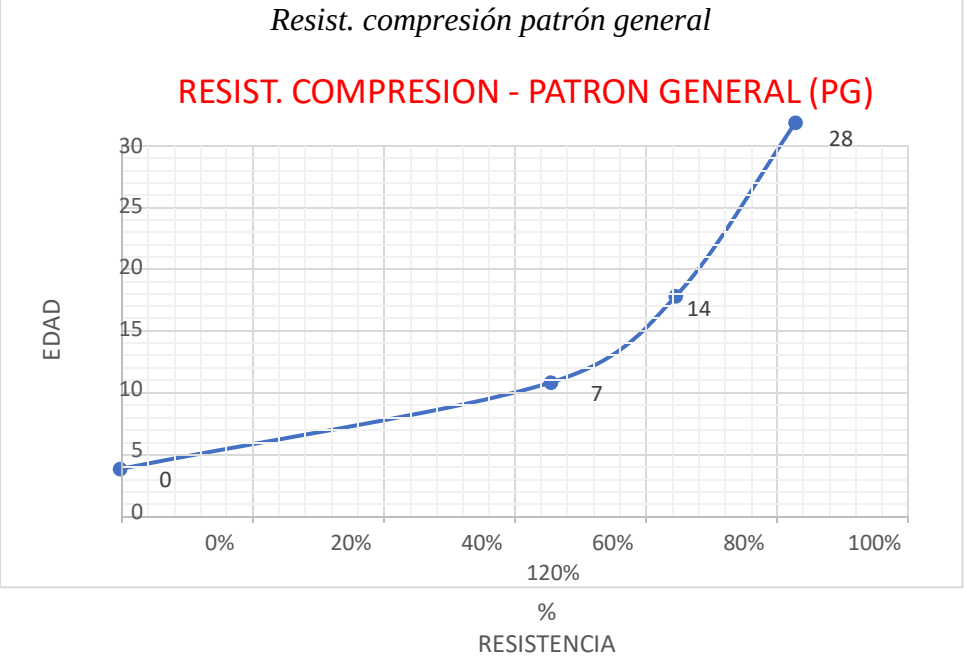
Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión	tipo de rotura
		vaciado	rotura	(kg/cm2)	
P.G.	7	13/11/2023	20/11/2023	138.54	TIPO 4
P.G.	7	13/11/2023	20/11/2023	140.12	TIPO 4
P.G.	7	13/11/2023	20/11/2023	135.85	TIPO 4
P.G.	14	13/11/2023	27/11/2023	176.91	TIPO 4
P.G.	14	13/11/2023	27/11/2023	179.25	TIPO 5
P.G.	14	13/11/2023	27/11/2023	178.45	TIPO 5
P.G.	28	13/11/2023	11/12/2023	216.52	TIPO 4
P.G.	28	13/11/2023	11/12/2023	219.45	TIPO 2
P.G.	28	13/11/2023	11/12/2023	213.51	TIPO 2

FUENTE: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión del concreto convencional, las resistencias alcanzadas son a los 7 días con 168.01 kg/cm2, a los 14 días con 202.04 kg/cm2 y a los 28 días 216.49 kg/cm2, así mismo en el siguiente grafico se evalúa su evolución de estas.

Gráfico 11:

Resist. compresión patrón general



FUENTE: Elaboración propia

El presente grafico muestra los resultados de la resistencia a la compresión del concreto convencional, las resistencias alcanzadas son a los 7 días con 65%, a los 14 días con 68% y a los 28 días 103%.

Tabla 32:

Resistencias a la compresión muestra patrón aditivo (4%)

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión	tipo de rotura
		vaciado	rotura	(kg/cm2)	
PA (4%)	7	13/11/2023	20/11/2023	192.41	TIPO 4
PA (4%)	7	13/11/2023	20/11/2023	195.71	TIPO 2
PA (4%)	7	13/11/2023	20/11/2023	190.27	TIPO 2
PA (4%)	14	13/11/2023	27/11/2023	220.45	TIPO 2
PA (4%)	14	13/11/2023	27/11/2023	225.14	TIPO 2
PA (4%)	14	13/11/2023	27/11/2023	221.81	TIPO 2
PA (4%)	28	13/11/2023	11/12/2023	227.81	TIPO 2
PA (4%)	28	13/11/2023	11/12/2023	225.46	TIPO 2
PA (4%)	28	13/11/2023	11/12/2023	228.91	TIPO 4

FUENTE: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante al 4%, las resistencias alcanzadas son a los 7 días con 192.80 kg/cm2, a los 14 días con 22.47 kg/cm2 y a los 28 días 227.39 kg/cm2, así mismo en el siguiente grafico se evalúa su evolución de estas.

Gráfico 12:

Resist. compresión patrón con aditivo al 4%

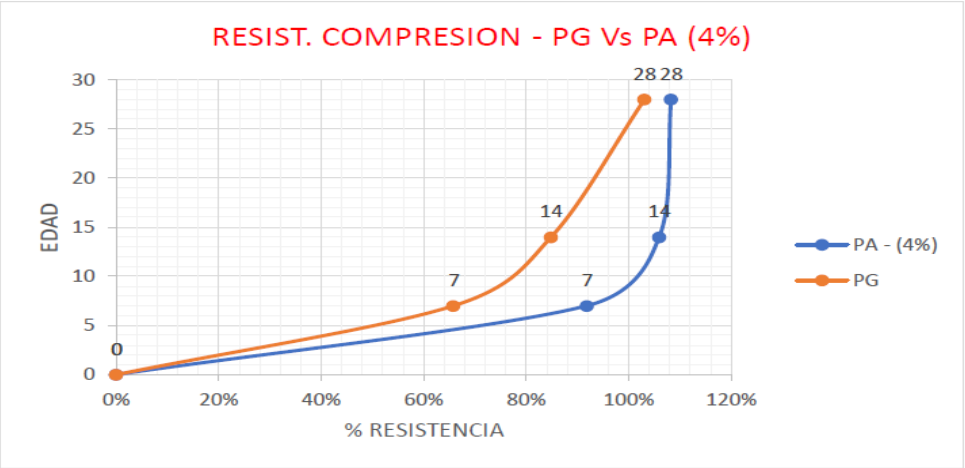


FUENTE: Elaboración propia

El presente grafico muestra los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante al 4%, las resistencias alcanzadas son a los 7 días con 92%, a los 14 días con 106% y a los 28 días 108%, así mismo en el siguiente grafico se evalúa la comparación de estas dos muestras estudiadas

Gráfico 13:

Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4%



FUENTE: Elaboración propia

El presente grafico muestra la comparación de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón general y con aditivo acelerante al 4%, las diferencias de resistencias alcanzadas son a los 7 días con 26%, a los 14 días con 21% y a los 28 días 5%, de acuerdo a este análisis podemos definir que el aditivo acelerante si influye significativamente en las resistencias iniciales del concreto.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis General

Ho: No se tendrá la alternativa para el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

Ha: Se tendrá la alternativa para el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

De acuerdo a los datos analizados y llegando a obtener resultados favorables determinamos que si se tuvo un mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana, esto se logró con la aplicación del aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4% con respecto al cemento, reduciendo los tiempos de fraguado, concluyendo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

4.3.2. Hipótesis especifica 1

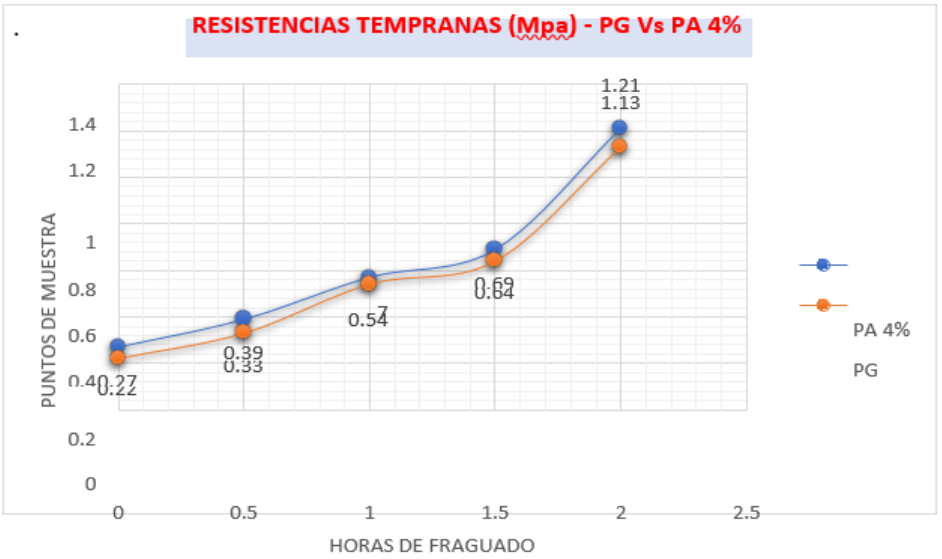
Ho: No se llegará a tener la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

Ha: Se llegará a tener la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

De acuerdo a los datos analizados si se tuvo una optimización de tiempos ya que se tuvo resultados favorables en el análisis a edades tempranas y como también nos exige la normas a los 7, 14 y 28 días, las cuales se presenta en el siguiente grafico realizando la comparación de ambos diseño de concreto

Gráfico 14:

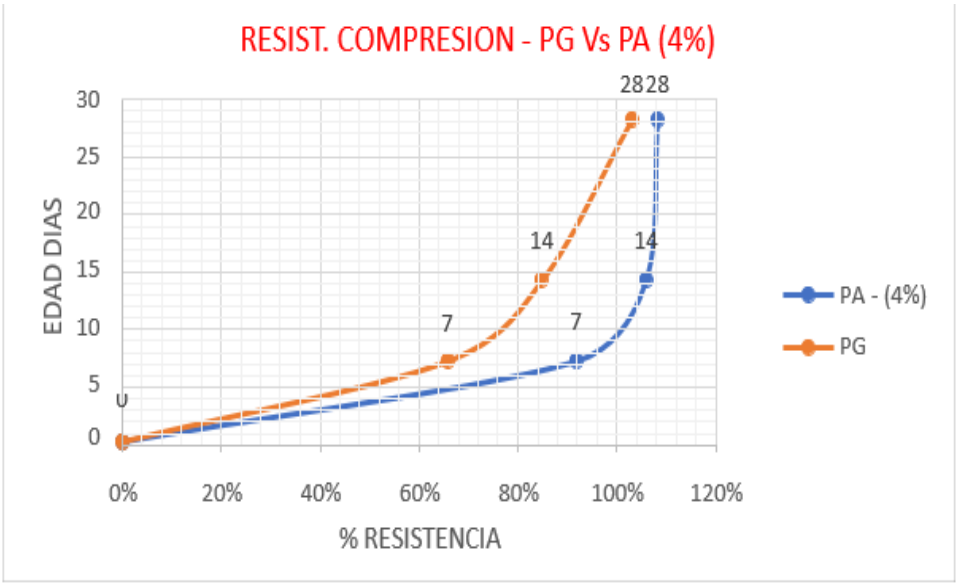
Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo



FUENTE: Elaboración propia

Gráfico 15:

Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4%



FUENTE: Elaboración propia

Pudiendo evaluar en estas dos gráficos las resistencias a edades tempranas si favorecen en fraguar con la adición del aditivo acelerante (SikaCem®

Acelerante PE) al 4%, así mismo la resistencia a las edades de 7, 14 y 28 días también son las favorables ya que reduce considerablemente el tiempo de alcanzar su máxima resistencia el concreto con las diferencias significativas de resistencias alcanzadas son a los 7 días con 26%, a los 14 días con 21% y a los 28 días 5%, de acuerdo a este análisis podemos definir que el aditivo acelerante si influye significativamente en las resistencias iniciales del concreto. Concluyendo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

4.3.3. Hipótesis especifica 2

Ho: La resistencia a la compresión no será el adecuado con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

Ha: La resistencia a la compresión será el adecuado con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

Tabla 33:

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON GENERAL	,176	3	.	1,000	3	,985
PATRON ADITIVO - 4%	,260	3	.	,958	3	,606

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de normalidad determinamos que para el siguiente análisis de utilizara la prueba de correlación de Pearson, este porque los datos obtenidos con la prueba de correlación son datos normales ya que el índice de

significancia encontrado es mayor al 5%, teniendo en cuenta el uso del método de Shapiro – Wilk por tener el grado de libertad de 3

Tabla 34:

Correlación de Pearson

		PATRON GENERAL	PATRON ADITIVO - 4%
PATRON GENERAL	Correlación de Pearson	1	,977
	Sig. (bilateral)		,000
	N	3	3
PATRON ADITIVO - 4%	Correlación de Pearson	,977	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	3	3

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a la correlación de Pearson tenemos el índice de significancia menor al 5%, entonces determinamos que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

4.3.4. Hipótesis especifica 3

Ho: Las resistencias iniciales no serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

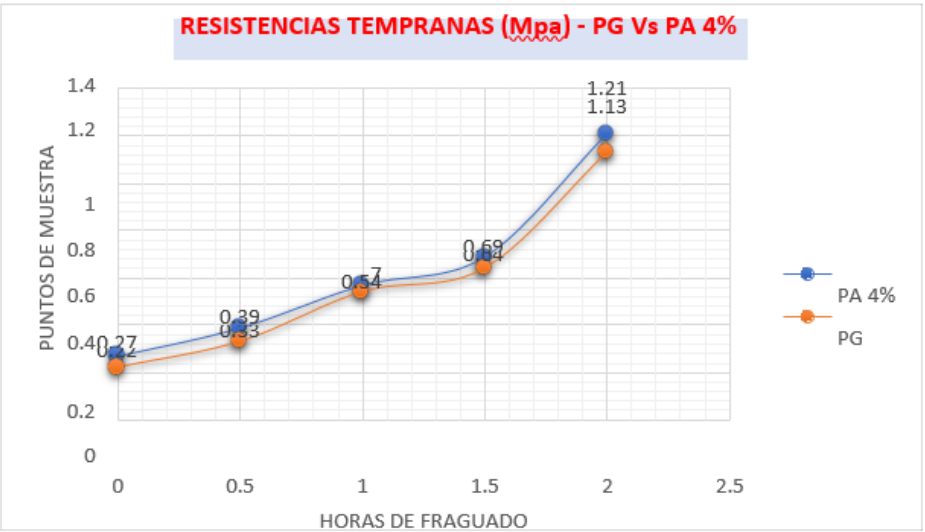
Ha: Las resistencias iniciales serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana.

De acuerdo a los datos analizados si se tuvo una optimización de tiempos ya que se tuvo resultados favorables en el análisis a edades tempranas en comparación con el diseño de concreto patrón general, la optimización de tiempos a edades tempranas se logró mediante el uso del aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4%, que a las 2 horas trascurridas el concreto PA al 4%

supero un 0.08 Mpa de resistencia. Concluyendo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Gráfico 16:

Resistencias tempranas patrón general Vs Patrón con aditivo



FUENTE: Elaboración propia

4.4. Discusión de resultados

Según Alfaro Gaspar, (2020) en su investigación "Diseño de mezcla de un concreto Fast Track para uso en pavimento de concreto rígido – Aeropuerto Jorge Chávez Callao 2019" concluye que con la adición de 1.2% de ViscoCrete 3330 (superplastificante) y 1.5% Sika Rapid -1 (acelerante) obtuvo una resistencia a la compresión a los 28 dias de 282.33 kg/cm2, en nuestro caso con la adición del 4% de aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) obtuvimos una resistencia a la compresión a los 28 dias de 227.39 kg/cm2.

De acuerdo a los investigadores Pucutuni Yapura & Arias Aquino, (2019), en su investigación "Diseño de concreto Fast Track con fines de uso para rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca" determinan que con el uso de dos aditivos como es el acelerante de fragua (Master XSeed–100) y superplastificante, (Master Glenium SCC3800) en dosificación de (3% AC +

0.5% SP), tienen una diferencia de 72.19% a los días de curado de resistencia a la compresión de concreto con respecto al diseño del patrón general, en nuestro caso con la adición del 4% de aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE), tenemos una diferencia de 26% a los 7 días de curado de resistencia a la compresión de concreto con respecto al diseño del patrón genera

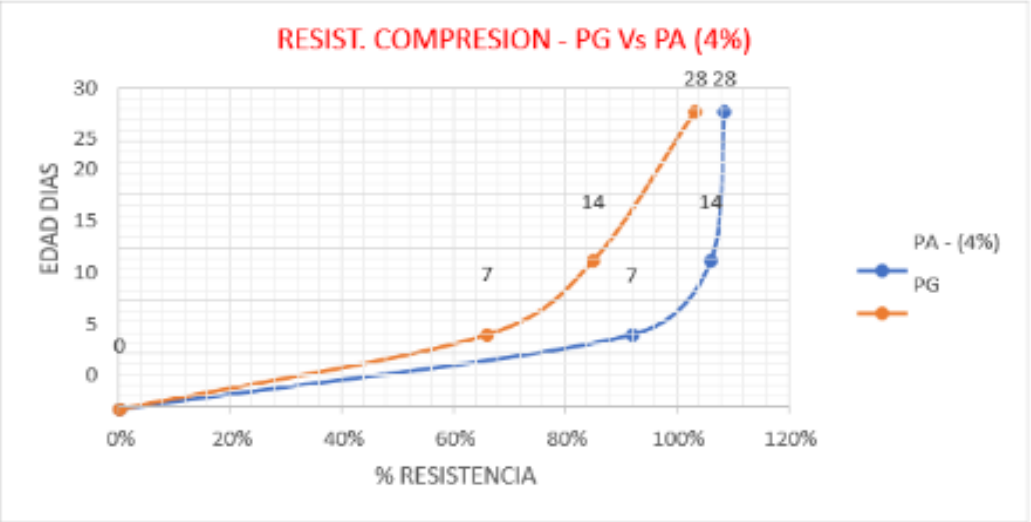
CONCLUSIONES

- La determinación para poder conseguir el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana. De acuerdo a los datos analizados y llegando a obtener resultados favorables determinamos que si se tuvo un mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana, esto se logró con la aplicación del aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4% con respecto al cemento, reduciendo los tiempos de fraguado.
- Para la optimización del tiempo se realizó los análisis de las resistencias a edades tempranas determinando que si favorecen en fraguar con la adición del aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4%, así mismo la resistencia a las edades de 7, 14 y 28 días también son las favorables ya que reduce considerablemente el tiempo de alcanzar su máxima resistencia el concreto con las diferencias significativas de resistencias alcanzadas son a los 7 días con 26%, a los 14 días con 21% y a los 28 días 5%, de acuerdo a este análisis podemos definir que el aditivo acelerante si influye significativamente en las resistencias iniciales del concreto.
- De acuerdo a los análisis realizados si tenemos un concreto favorable en la resistencia a la compresión, ya que este concreto con la adición de aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4%, obtiene una resistencia a la compresión superando la resistencia diseño, así mismo este concreto tiene una optimización de tiempos las cuales se presenta en el siguiente gráfico

.

Gráfico 17:

Resist. compresión patrón general Vs Patrón Aditivo al 4%



FUENTE: Elaboración propia

- De acuerdo a los datos analizados si se tuvo una optimización de tiempos ya que se tuvo resultados favorables en el análisis a edades tempranas en comparación con el diseño de concreto patrón general, la optimización de tiempos a edades tempranas se logró mediante el uso del aditivo acelerante (SikaCem® Acelerante PE) al 4%, que a las 2 horas trascurridas el concreto PA al 4% supero un 0.08 Mpa de resistencia.

RECOMENDACIONES

- En suelos con bajos valores de CBR y alta demanda vehicular, debemos optar por un pavimento de concreto de alta resistencia inicial, son más baratos que los asfalticos y además rápidos de construir.
- Antes de tomar como referencia cualquier literatura, sobre diseño de mezclas de concreto, se deben realizar los ensayos pertinentes para conocer las características de los materiales a utilizar.
- En vías con una gran cantidad de vehículos pesados por día, se recomienda optar por un pavimento de concreto Fast Track, estos tienen un mejor comportamiento a flexo tracción, por ende, su desgaste en los primeros años de vida es mínimo o casi nulo, además su periodo de vida útil puede alcanzar hasta 30 años.
- Se recomienda optar por pavimentos de concreto Fast Track, ya que al ser más rápido su proceso constructivo genera menores problemas de tráfico vehicular en vías de alto tránsito vehicular, además durante su ejecución presenta menores usos de combustible, contribuyendo de manera positiva a nuestro ecosistema.
- Se recomienda en general a las entidades públicas a pensar en largo plazo, tomando en cuenta que muchas de nuestras principales vías están en un alto desgaste, a optar por este tipo de construcción de pavimentos, muy duraderos y con bajos costos de mantenimiento.
- Se debe fomentar más su uso y comercialización de este tipo de concreto y no solo limitarse en vías para aeropuertos.,
- Puede también considerarse estos pavimentos para que formen parte de la red vial nacional, aunque se tendría que evaluar los costos del concreto de alta resistencia inicial en ciudades fuera de Lima.

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, J. B., & Mendoza, E. I. A. (s. f.). INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES PARA SUBRASANTES, EN LA MIGRACIÓN DE AGUA EN SUELOS NO SATURADOS.
- Cuasi experimentos. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2023, de https://ccp.ucr.ac.cr/cursoweb/242cuas.htm
- Direccion General de Caminos y Ferrocarriles MTC. (2008). Manual de Diseño No Pavimentadas de Bajo Volumen de tránsito (Tarea Asociacion Grafica Educativa, Ed.).
- Estabilización Mecánica | PDF | Suelo | Agua. (s. f.). Scribd. Recuperado 10 de enero de 2023, de https://es.scribd.com/document/327929271/ESTABILIZACION-MECANICA
- Flórez-Góngora, C. H., Garzón-Pea, A. T., & Molina-Giraldo, R. D. (2020). Testing stabilization of high-plasticity clays used in sloping terrain by adding sodium silicate. Journal of Physics: Conference Series, 1587(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1587/1/012036
- Geotecniafacil. (2005). El ensayo CBR de laboratorio ¿Qué es? Y ¿Para qué sirve? En Geotecnia (pp. 1-15).
- Gomez, G. P., Bastidas Martinez, J. G., & Ruge Cardenas, J. C. (2019). Soil stabilization with lime and fly ash. En 2019 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria, CONIITI 2019—Conference Proceedings. https://doi.org/10.1109/CONIITI48476.2019.89606
- En pavimento de concreto rígido – Aeropuerto Jorge Chávez Callao 2019. *Lima-Perú*.- Pucutuni Yapura, S., & Arias Aquino, E. (2019). Diseño de concreto Fast

Track con fines de uso para rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca. *Juliaca - Perú*.

ANEXOS

CARACTERIZACION

REFERENCIA : **Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos**
SOLICITANTE : **Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA**
TESIS : **Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana**
ASUNTO : **Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2**
UBICACIÓN : **Yanacancha**
FECHA **07/11/2023**

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera VICCO

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera VICCO.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

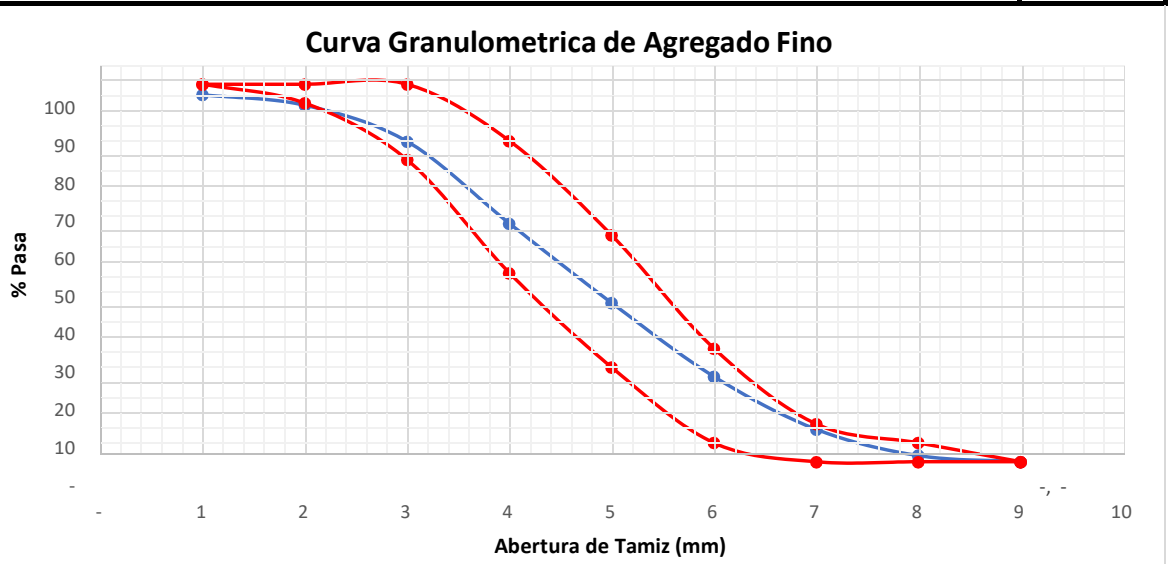
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 07/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
3/8"	9.500	10.20	2.79	2.79	97.21	100.00	100.00
N° 4	4.750	10.14	2.78	5.57	94.43	95.00	100.00
N° 8	2.360	35.00	9.59	15.16	84.84	80.00	100.00
N° 16	1.180	79.25	21.71	36.87	63.13	50.00	85.00
N° 30	0.600	76.84	21.05	57.93	42.07	25.00	60.00
N° 50	0.300	71.25	19.52	77.45	22.55	5.00	30.00
N° 100	0.150	51.00	13.97	91.42	8.58	-	10.00
N° 200	0.075	25.41	6.96	98.38	1.62	-	5.00
FONDO	-	5.91	1.62	100.00	-	-	-
		365.000	100.000				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"
MODULO DE FINURA:							2.87



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 09/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	448.12	448.12	448.12	448.12
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	917.25	916.87	922.37	918.83
Peso del recipiente + muestra seca	gr	904.15	907.14	906.25	905.85
Peso muestra humeda	gr	469.13	468.75	474.25	470.71
Peso muestra seca	gr	456.03	459.02	458.13	457.73
Peso de agua	gr	13.10	9.73	16.12	12.98
Contenido de humedad	**%**	**2.87%**	**2.12%**	**3.52%**	**2.84%**

Observaciones:
1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 09/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	20.150	21.740	21.890	21.260
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	22.120	23.510	22.380	22.670
Peso del recipiente	kg	7.120	7.120	7.120	7.120
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.030	14.620	14.770	14.140
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.000	16.390	15.260	15.550
volumen del recipiente	m3	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	**kg/m3**	**1,448**	**1,624**	**1,641**	**1,571**
Peso unitario compactado	**kg/m3**	**1,667**	**1,821**	**1,696**	**1,728**

Observaciones:
1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 10/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	497.84	491.25	489.23	492.77
Peso del pignometro lleno de agua	gr	711.55	711.55	711.55	711.55
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,023.12	1,019.11	1,020.20	1,020.81
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	**gr/cm3**	**2.64**	**2.55**	**2.56**	**2.58**
Peso especifico aparente (SSS)	**gr/cm3**	**2.64**	**2.55**	**2.56**	**2.58**
Peso especifico masa seca	**gr/cm3**	**2.67**	**2.67**	**2.71**	**2.69**
Absorcion	**%**	**0.43%**	**1.78%**	**2.20%**	**1.47%**

Observaciones:

1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

CARACTERIZACION

REFERENCIA : **Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos**
SOLICITANTE : **Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA**
TESIS : **Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana**
ASUNTO : **Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2**
UBICACIÓN : **Yanacancha**
FECHA **07/11/2023**

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera VICCO.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera VICCO.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

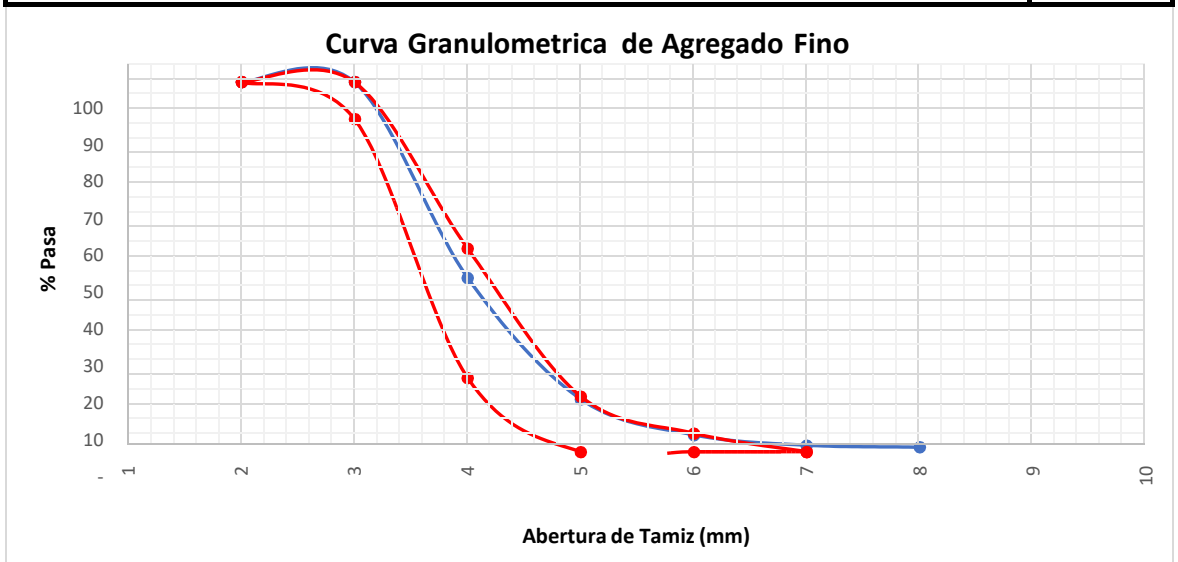
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 07/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
1 ½"	37.500						
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00
1/2"	12.500	529.2	52.9	52.9	47.1	20.00	55.00
3/8"	9.500	328.3	32.8	85.7	14.3	-	15.00
N° 4	4.750	96.9	9.7	95.4	4.6	-	5.00
N° 8	2.360	28.1	2.8	98.3	1.8	-	-
N° 16	1.180	5.3	0.5	98.8	1.2		
FONDO	-	12.2	1.2	100.0	-		
		1000.000	100.000				

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	3/4"
MODULO DE FINURA:	6.81



NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Yanacancha
FECHA 09/11/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	415.91	415.91	415.91	415.91
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,922.56	2,925.81	2,918.99	2,922.45
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,897.81	2,899.57	2,898.12	2,898.50
Peso muestra humeda	gr	2,506.65	2,509.90	2,503.08	2,506.54
Peso muestra seca	gr	2,481.90	2,483.66	2,482.21	2,482.59
Peso de agua	gr	24.75	26.24	20.87	23.95
Contenido de humedad	**%**	**1.00%**	**1.06%**	**0.84%**	**0.96%**

Observaciones:
1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : **Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos**

SOLICITANTE : **Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA**

TESIS : **Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana**

ASUNTO : **Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2**

MATERIAL : **Agregado Grueso**

UBICACIÓN : **Yanacancha**

FECHA **09/11/2023**

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	29.310	29.140	29.610	29.353
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	28.750	28.910	28.780	28.813
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	9.130	9.130	9.130	9.130
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	7.460	7.460	7.460	7.460
Peso de muestra en estado suelto	kg	20.180	20.010	20.480	20.223
Peso de muestra en estado compactado	kg	21.290	21.450	21.320	21.353
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	**kg/m3**	**1,441**	**1,429**	**1,463**	**1,445**
Peso unitario compactado	**kg/m3**	**1,521**	**1,532**	**1,523**	**1,525**

Observaciones:

1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.

2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : **Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos**
SOLICITANTE : **Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA**
TESIS : **Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana**
ASUNTO : **Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2**
MATERIAL : **Agregado Grueso**
UBICACIÓN : **Yanacancha**
FECHA **10/11/2023**

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,178.910	3,167.810	3,169.990	3,172.237
Peso de la muestra SSS	gr	3,211.120	3,212.110	3,212.240	3,211.823
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,721.450	1,698.790	1,814.700	1,744.980
Peso especifico aparente	**gr/cm3**	**2.13**	**2.09**	**2.27**	**2.17**
Peso especifico aparente (SSS)	**gr/cm3**	**2.16**	**2.12**	**2.30**	**2.19**
Peso especifico masa seca	**gr/cm3**	**2.18**	**2.16**	**2.34**	**2.23**
Absorcion	**%**	**1.01%**	**1.40%**	**1.33%**	**1.25%**

Observaciones:
1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 13/11/2023

1. GRANULOMETRIA AGREGADO FINO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
3/8"	9.500	10.20	2.79	2.79	97.21	100.00	100.00
N° 4	4.750	10.14	2.78	5.57	94.43	95.00	100.00
N° 8	2.360	35.00	9.59	15.16	84.84	80.00	100.00
N° 16	1.180	79.25	21.71	36.87	63.13	50.00	85.00
N° 30	0.600	76.84	21.05	57.93	42.07	25.00	60.00
N° 50	0.300	71.25	19.52	77.45	22.55	5.00	30.00
N° 100	0.150	51.00	13.97	91.42	8.58	-	10.00
N° 200	0.075	25.41	6.96	98.38	1.62	-	5.00
FONDO	-	5.91	1.62	100.00	-	-	-
		365.000	100.000				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"
MODULO DE FINURA:							2.87

2. GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
1 ½"	37.500						
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00
1/2"	12.500	529.2	52.9	52.9	47.1	20.00	55.00
3/8"	9.500	328.3	32.8	85.7	14.3	-	15.00
N° 4	4.750	96.9	9.7	95.4	4.6	-	5.00
N° 8	2.360	28.1	2.8	98.3	1.8	-	-
N° 16	1.180	5.3	0.5	98.8	1.2		
FONDO	-	12.2	1.2	100.0	-		
		1000.000	100.0				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/4"
MODULO DE FINURA:							6.81

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2

UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco

FECHA 13/11/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Suelto	1571	Kg/m3	1445	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1728	Kg/m3	1525	Kg/m3
P. Especifico Masa Seca	2.69	gr/cm3	2.23	gr/cm3
Contenido de Humedad	2.84	%	0.96	%
% de Absorcion	1.47	%	1.25	%
Modulo de Fineza	2.87		6.81	
Tamaño Maximo Nominal	1/2	"	3/4	"

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire:
0 % (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:
205 L/m3 (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento:
3.12 gr/cm3 (Propiedad fisica del cemento)

4.4. F'cr:
294 kg/cm2 (Resistencia promedio requerida)

F'cr = Resist. Prom.	
F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

4.5. Relacion agua cemento:
0.5584 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento:
367.12 kg/m3 = 8.64 bolsas/m3

4.7. Cantidad de agregado grueso:
0.62 m3 (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m3)	P. SECOS AGREG. (kg/m3)	CORRECC. HUMEDAD (kg/m3)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.118	367.12	367.12	1	8.638	1.00
A. FINO	0.253	681.108	700.451	1.908	15.308	1.77
A. GRUESO	0.424	945.743	954.822	2.601	23.118	2.68
AGUA (L/m3)	0.205	205	198.411	198.411	198.411	22.97 L/bolsa
AIRE	0					

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2

UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco

FECHA 13/11/2023

1. RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO		VOLUM.
CEMENTO	367.12	kg	7.34	kg	0.0073424
A. FINO	700.451	kg	14.01	kg	0.01400902
A. GRUESO	954.822	kg	19.10	kg	0.01909644
AGUA (L/m3)	198.411	kg	3.97	kg	0.00396822
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	DOSIFICACION
ADITIVO ACELERANTE (SikaCem® Acelerante PE)	%	4.0%

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL (PG)		Gr	...	...	...
			...	...	...
PATRON CON ADITIVO (PA)	ADITIVO ACELERANTE (SikaCem® Acelerante PE)	0	0.29	0.29	0.29

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

TEMPERATURA DE CONCRETO

NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2

UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco

FECHA 13/11/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL (PG)

LECTURA N° 01	17.25 °C
LECTURA N° 02	17.55 °C
LECTURA N° 03	18.11 °C

2. MUESTRA - PATRON ADITIVO (PA)

LECTURA N° 01	17.91 °C
LECTURA N° 02	18.12 °C
LECTURA N° 03	17.98 °C

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

MEDICION DE ASENTAMIENTO DEL HORMIGON
CON EL CONO DE ABRAMS NTP 339.035

REFERENCIA : **Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos**
SOLICITANTE : **Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA**
TESIS : **Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana**

ASUNTO : **Diseño de mezcla f'c =** **210** **Kg/cm2**
UBICACIÓN : **Yanacancha - Pasco**
FECHA **13/11/2023**

1. MUESTRA - PATRON GENERAL (PG)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON GENERAL	**7.62**	**3**	16.52 °C	65%

2. MUESTRA - PATRON ADITIVO (PA)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON ADITIVO	**10.16**	**4**	17.41 °C	65%

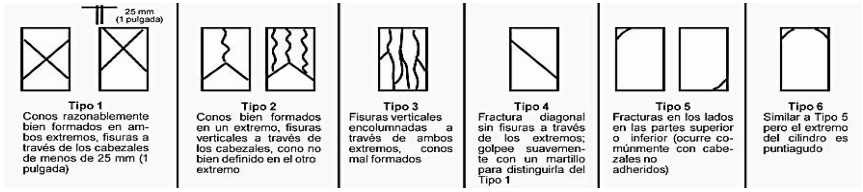
NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 20/11/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PG1	PATRON GENERAL	13/11/2023	20/11/2023	7	9.86	202.3	76.36	103.74	10578.37	138.54	0.18	210	66%	TIPO 4
PG2	PATRON GENERAL	13/11/2023	20/11/2023	7	9.84	201.4	76.05	104.50	10655.66	140.12	0.23	210	67%	TIPO 4
PG3	PATRON GENERAL	13/11/2023	20/11/2023	7	9.91	202.5	77.13	102.76	10478.44	135.85	0.17	210	65%	TIPO 4



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

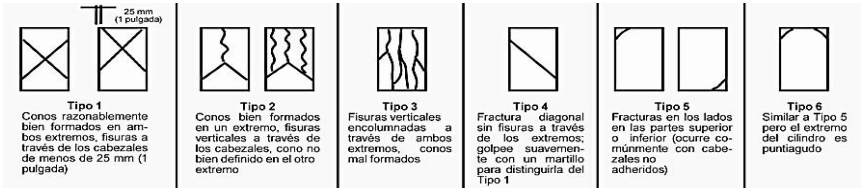
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 27/11/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PG4	PATRON GENERAL	13/11/2023	27/11/2023	14	9.86	202.14	76.36	132.47	13508.16	176.91	0.12	210	84%	TIPO 4
PG5	PATRON GENERAL	13/11/2023	27/11/2023	14	9.84	200.08	76.05	133.68	13631.36	179.25	0.22	210	85%	TIPO 5
PG6	PATRON GENERAL	13/11/2023	27/11/2023	14	9.91	200.99	77.13	134.98	13764.29	178.45	0.22	210	85%	TIPO 5



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

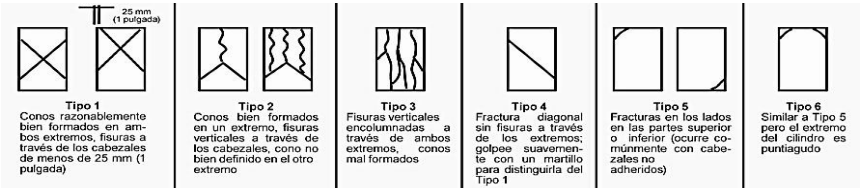
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 11/12/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PG5	PATRON GENERAL	13/11/2023	11/12/2023	28	9.91	201.51	77.13	163.78	16700.72	216.52	0.21	210	103%	TIPO 4
PG6	PATRON GENERAL	13/11/2023	11/12/2023	28	9.86	202.61	76.36	164.33	16756.35	219.45	0.19	210	105%	TIPO 2
PG7	PATRON GENERAL	13/11/2023	11/12/2023	28	9.82	202.71	75.74	158.58	16170.78	213.51	0.12	210	102%	TIPO 2



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

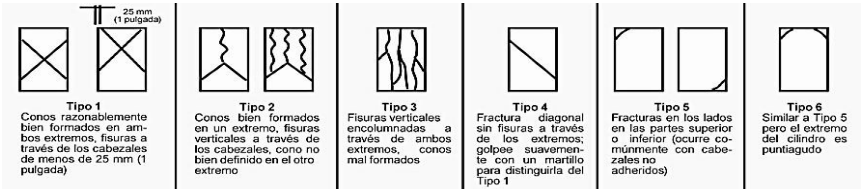
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 20/11/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PA1	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	20/11/2023	7	9.95	201.46	77.76	146.72	14961.11	192.41	0.15	210	92%	TIPO 4
PA2	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	20/11/2023	7	9.84	202.15	76.05	145.96	14883.09	195.71	0.19	210	93%	TIPO 2
PA3	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	20/11/2023	7	9.92	203.01	77.29	144.22	14705.63	190.27	0.23	210	91%	TIPO 2



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

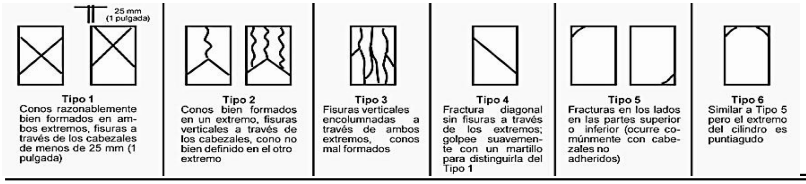
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 27/11/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PA4	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	27/11/2023	14	9.88	202.13	76.67	165.75	16901.06	220.45	0.21	210	105%	TIPO 2
PA5	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	27/11/2023	14	9.82	202.15	75.74	167.22	17051.62	225.14	0.17	210	107%	TIPO 2
PA6	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	27/11/2023	14	9.91	202.55	77.13	167.78	17108.75	221.81	0.15	210	106%	TIPO 2



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

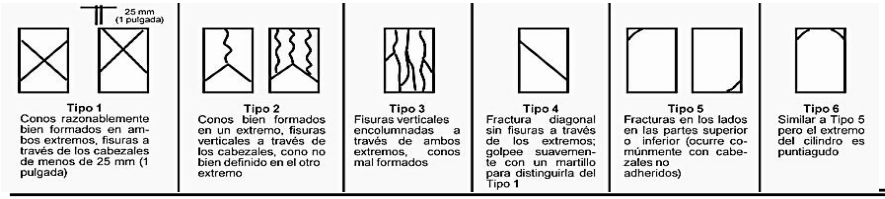
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA
TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana
ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 11/12/2023

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm2)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
PA7	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	11/12/2023	28	9.85	203.02	76.20	170.24	17359.42	227.81	0.23	210	108%	TIPO 2
PA8	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	11/12/2023	28	9.82	202.81	75.74	167.46	17075.85	225.46	0.18	210	107%	TIPO 2
PA9	MUESTRA - PATRON ADITIVO 4%	13/11/2023	11/12/2023	28	9.77	202.46	74.97	168.30	17161.05	228.91	0.17	210	109%	TIPO 4



NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

rectorado@undac.edu.pe

La calidad es nuestro compromiso

(063) 422197

undac.edu.pe

METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 13/11/2023

1. DESARROLLO DE RESISTENCIAS TEMPRANAS PATRON GENERAL

METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO - RESISTENCIAS INICIALES (METODO - PENETROMETRO)										
HORA DE LECTURA (hh:mm)	HORA ACUMULADA (hh:mm)	TEMPE. AMBIENTE (°C)	FUERZA A LA PENETRACION (Kp)					PROMEDIO (Kp	RESISTENCIA LA COMPRESION	
									N / mm²	MPa
11.00	0.00	17.01	13	13	13	13	13	13	0.22	0.22
11.30	0.30	16.55	23	21	22	23	23	22.4	0.33	0.33
12.00	1.00	16.59	34	35	34	35	36	34.8	0.54	0.54
12.30	1.30	16.94	44	42	42	45	45	43.6	0.64	0.64
13.00	2.00	17.02	74	73	75	75	75	74.4	1.13	1.13

NOTAS:
1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Nelson Nicasio PEÑA DAVILA

TESIS : Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana

ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2
UBICACIÓN : Yanacancha - Pasco
FECHA 13/11/2023

1. DESARROLLO DE RESISTENCIAS TEMPRANAS PATRON CON ADITIVO AL 4%

METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO - RESISTENCIAS INICIALES (METODO - PENETROMETRO)										
HORA DE LECTURA (hh:mm)	HORA ACUMULADA (hh:mm)	TEMPE. AMBIENTE (°C)	FUERZA A LA PENETRACION (Kp)					PROMEDIO (Kp	RESISTENCIA LA COMPRESION	
									N / mm²	MPa
11.00	0.00	16.8	17	17	18	19	17	17.6	0.27	0.27
11.30	0.30	16.9	26	25	25	27	27	26	0.39	0.39
12.00	1.00	17.2	36	36	37	38	38	37	0.57	0.57
12.30	1.30	17.8	46	47	48	48	47	47.2	0.69	0.69
13.00	2.00	17.1	80	80	81	79.5	82	80.5	1.21	1.21

NOTAS:

1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio

2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

4.2.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		100	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**600**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.1600	6.86	14.82
Eliminación de Material Excedente	M3	2.5920	19.78	51.27
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.4320	420	181.44
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 407.73**

Ahora con los precios unitarios del mejoramiento vial con carpeta de asfalto, haremos el costeo de pavimentos equivalentes de acuerdo a las alternativas de suelo (3 tipos de suelo) y tránsito (6 alternativas).

CBR 3% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		127	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**627**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.2572	6.86	15.48
Eliminación de Material Excedente	M3	2.7086	19.78	53.58
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.5486	420	230.43
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 459.69**

CBR 3% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	152.4	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**652.4**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.3486	6.86	16.11
Eliminación de Material Excedente	M3	2.8184	19.78	55.75
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.6584	420	276.51
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 508.57**

CBR 3% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1

CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR	
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	190.5	mm
Carpeta Nivelante	0	mm
Base granular	200	mm
Sub base	300	mm
Relleno Común	0	mm
Total	**690.5**	**mm**

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.4858	6.86	17.05
Eliminación de Material Excedente	M3	2.9830	19.78	59.00
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.8230	420	345.64
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 581.90**

CBR 3% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	203.2	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**703.2**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.5315	6.86	17.37
Eliminación de Material Excedente	M3	3.0378	19.78	60.09
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.8778	420	368.69
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 606.34**

CBR 3% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	228.6	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**728.6**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.6230	6.86	17.99
Eliminación de Material Excedente	M3	3.1476	19.78	62.26
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.9876	420	414.77
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 655.22**

CBR 3% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	241.3	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**741.3**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.6687	6.86	18.31
Eliminación de Material Excedente	M3	3.2024	19.78	63.34
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	1.0424	420	437.81
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 679.67**

CBR 10% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		76.2	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**576.2**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.0743	6.86	14.23
Eliminación de Material Excedente	M3	2.4892	19.78	49.24
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.3292	420	138.26
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 361.92**

CBR 10% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	101.6	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**601.6**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.1658	6.86	14.86
Eliminación de Material Excedente	M3	2.5989	19.78	51.41
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.4389	420	184.34
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 410.81**

CBR 10% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	127	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**627**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.2572	6.86	15.48
Eliminación de Material Excedente	M3	2.7086	19.78	53.58
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.5486	420	230.43
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 459.69**

CBR 10% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	139.7	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**639.7**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.3029	6.86	15.80
Eliminación de Material Excedente	M3	2.7635	19.78	54.66
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.6035	420	253.47
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 484.13**

CBR 10% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	165.1	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**665.1**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.3944	6.86	16.43
Eliminación de Material Excedente	M3	2.8732	19.78	56.83
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.7132	420	299.56
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 533.02**

CBR 10% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL	**TRAMO**		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	177.8	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	200	mm	
Sub base	300	mm	
Relleno Común	0	mm	
Total	**677.8**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.4401	6.86	16.74
Eliminación de Material Excedente	M3	2.9281	19.78	57.92
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.7681	420	322.60
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 557.46**

CBR 25% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		50.8	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**550.8**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9829	6.86	13.60
Eliminación de Material Excedente	M3	2.3795	19.78	47.07
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.2195	420	92.17
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 313.04**

CBR 25% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		63.5	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**563.5**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.0286	6.86	13.92
Eliminación de Material Excedente	M3	2.4343	19.78	48.15
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.2743	420	115.21
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 337.48**

CBR 25% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		88.9	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**588.9**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.1200	6.86	14.54
Eliminación de Material Excedente	M3	2.5440	19.78	50.32
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.3840	420	161.30
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 386.36**

CBR 25% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		114.3	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**614.3**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.2115	6.86	15.17
Eliminación de Material Excedente	M3	2.6538	19.78	52.49
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.4938	420	207.39
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 435.25**

CBR 25% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		127	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**627**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.2572	6.86	15.48
Eliminación de Material Excedente	M3	2.7086	19.78	53.58
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.5486	420	230.43
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 459.69**

CBR 25% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO VIAL DEL CIRCUITO DE PLAYAS DE LA COSTA VERDE, TRAMO: BARRANCO - CHORRILLOS"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70		139.7	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		200	mm	
Sub base		300	mm	
Relleno Común		0	mm	
Total		**639.7**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	2.3029	6.86	15.80
Eliminación de Material Excedente	M3	2.7635	19.78	54.66
Conformación de Sub rasante	M2	3.6000	2.6	9.36
Sub base Granular	M2	3.6000	19.21	69.16
Base Granular	M2	3.6000	15.75	56.70
Imprimación Asfáltica	M2	3.6000	4.31	15.52
Riego de Liga	M2	3.6000	2.63	9.47
Carpeta Asfáltica en Caliente PEN 60/70	M3	0.6035	420	253.47
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 484.13**

4.2.2. Pavimento Rígido

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL		**TRAMO**		
		Ancho de Calzada (m)		3.6
		N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA		ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48		150	mm	
Carpeta Nivelante		0	mm	
Base granular		150	mm	
Sub base		0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante		100	mm	
Total		**400**	**mm**	
DESCRIPCION DE LA CAPA	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U S/.**	**COSTO S/. X ML**
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.4400	8.57	12.34
Eliminación de Material Excedente	M3	1.7280	19.78	34.18
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.5400	325.00	175.50
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.5400	33.33	18.00
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 348.02**

CBR 3% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	170	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**420**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.5120	6.86	10.37
Eliminación de Material Excedente	M3	1.8144	19.78	35.89
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.6120	325.00	198.90
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.6120	33.33	20.40
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 373.56**

CBR 3% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	210	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**460**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.6560	6.86	11.36
Eliminación de Material Excedente	M3	1.9872	19.78	39.31
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.7560	325.00	245.70
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.7560	33.33	25.20
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 429.56**

CBR 3% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	240	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**490**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.7640	6.86	12.10
Eliminación de Material Excedente	M3	2.1168	19.78	41.87
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.8640	325.00	280.80
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.8640	33.33	28.80
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 471.57**

CBR 3% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	270	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**520**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.8720	6.86	12.84
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2464	19.78	44.43
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.9720	325.00	315.90
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.9720	33.33	32.40
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 513.57**

CBR 3% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	290	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**540**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9440	6.86	13.34
Eliminación de Material Excedente	M3	2.3328	19.78	46.14
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	1.0440	325.00	339.30
Patente TCPAVEMENTS	M3	1.0440	33.33	34.80
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 541.58**

CBR 3% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	290	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**540**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9440	6.86	13.34
Eliminación de Material Excedente	M3	2.3328	19.78	46.14
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	1.0440	325.00	339.30
Patente TCPAVEMENTS	M3	1.0440	33.33	34.80
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 541.58**

CBR 10% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	170	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**420**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.5120	6.86	10.37
Eliminación de Material Excedente	M3	1.8144	19.78	35.89
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.6120	325.00	198.90
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.6120	33.33	20.40
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 373.56**

CBR 10% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	200	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**450**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.6200	6.86	11.11
Eliminación de Material Excedente	M3	1.9440	19.78	38.45
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.7200	325.00	234.00
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.7200	33.33	24.00
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 415.56**

CBR 10% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	240	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**490**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.7640	6.86	12.10
Eliminación de Material Excedente	M3	2.1168	19.78	41.87
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.8640	325.00	280.80
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.8640	33.33	28.80
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 471.57**

CBR 10% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	260	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**510**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.8360	6.86	12.59
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2032	19.78	43.58
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.9360	325.00	304.20
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.9360	33.33	31.20
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 499.57**

CBR 10% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	280	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**530**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9080	6.86	13.09
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2896	19.78	45.29
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	1.0080	325.00	327.60
Patente TCPAVEMENTS	M3	1.0080	33.33	33.60
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 527.57**

CBR 10% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	280	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**530**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9080	6.86	13.09
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2896	19.78	45.29
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	1.0080	325.00	327.60
Patente TCPAVEMENTS	M3	1.0080	33.33	33.60
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 527.57**

CBR 25% TD1

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	160	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**410**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.4760	6.86	10.13
Eliminación de Material Excedente	M3	1.7712	19.78	35.03
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.5760	325.00	187.20
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.5760	33.33	19.20
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 359.56**

CBR 25% TD2

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	190	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**440**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.5840	6.86	10.87
Eliminación de Material Excedente	M3	1.9008	19.78	37.60
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.6840	325.00	222.30
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.6840	33.33	22.80
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 401.56**

CBR 25% TD3

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	230	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**480**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.7280	6.86	11.85
Eliminación de Material Excedente	M3	2.0736	19.78	41.02
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.8280	325.00	269.10
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.8280	33.33	27.60
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 457.57**

CBR 25% TD4

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	250	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**500**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.8000	6.86	12.35
Eliminación de Material Excedente	M3	2.1600	19.78	42.72
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.9000	325.00	292.50
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.9000	33.33	30.00
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 485.57**

CBR 25% TD5

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	270	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**520**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.8720	6.86	12.84
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2464	19.78	44.43
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	0.9720	325.00	315.90
Patente TCPAVEMENTS	M3	0.9720	33.33	32.40
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 513.57**

CBR 25% TD6

OBRA: ***"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MOYANO - DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"***

CONSTRUCCION INICIAL	TRAMO		
	Ancho de Calzada (m)		3.6
	N° de Calzadas		1
CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR		
Losa de Concreto MR = 48	280	mm	
Carpeta Nivelante	0	mm	
Base granular	150	mm	
Sub base	0	mm	
Mejoramiento de la sub rasante	100	mm	
Total	**530**	**mm**	

DESCRIPCION DE LA CAPA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/. X ML
Corte a nivel de sub rasante	M3	1.9080	6.86	13.09
Eliminación de Material Excedente	M3	2.2896	19.78	45.29
Conformación de Sub rasante mejorada	M2	3.6000	3.60	12.96
Base Granular	M2	3.6000	12.14	43.70
CONCRETO MR 48 FAST TRACK	M3	1.0080	325.00	327.60
Patente TCPAVEMENTS	M3	1.0080	33.33	33.60
Terminación Superficial: Barrido	M2	3.6000	2.18	7.85
Encofrado y Desencofrado de Losas	M2	3.6000	4.60	16.56
Colocación , Tendido y Barrido de Concreto	M2	3.6000	2.63	9.47
Aplicación de curador químico	M2	3.6000	1.59	5.72
Corte de Juntas con Maquina SOFFCUT	M2	3.6000	3.26	11.74
TOTAL COSTO X ML X CALZADA				**S/. 527.57**

ANEXOS:

TÍTULO: "Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana"						
PROBLEMAS	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**DIMENSION**	**INDICADORES**	**METODOLOGIA**
Problema General	**Objetivo General**	**Hipótesis General**	**Variable Dependiente**		Diseño y planificación eficiente	METODO DE INVESTIGACION: Científico TIPO DE INVESTIGACION: Hipotético - Deductivo ENFOQUE DE INVESTIGACION: Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACION: No experimental POBLACION: Como población de estudio lo considero a los minerales auroargentíferos de la Compañía Minea Ares de su unidad operativa de Arcata en la región Arequipa. POBLACION: Para la presente investigación el universo está dado por la delimitación geográfica de Lima Metropolitana, involucrando 2 avenidas
¿De qué manera se conseguirá el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?	Determinar en conseguir el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana	Se tendrá la alternativa para el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana	Mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos	Técnicas y métodos	Selección de materiales adecuados	
					Tecnología de construcción avanzada.	
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicos**	**Variable Independiente**			
¿Se conseguirá optimizar el tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?	Verificar la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana Determinar la resistencia a la compresión con el	Se llegará a tener la optimización del tiempo con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana La resistencia a la compresión será el adecuado con el mejoramiento en la construcción	Tecnología del concreto Fast Track.	Estandarización	Mezclas de concreto. Métodos de curado acelerado Planificación eficiente Gestión de recursos optimizada	

¿Sera bueno la resistencia a la compresión con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana? ¿Las resistencias iniciales serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana?	mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana Verificar las resistencias iniciales con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana	y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana Las resistencias iniciales serán los adecuados con el mejoramiento en la construcción y rehabilitación de pavimentos, aplicando la tecnología del concreto Fast Track, en la ciudad de Lima Metropolitana				principales de la parte sur de nuestra ciudad. MUESTRA: Se seleccionarán 2 pistas de alto tránsito vehicular y de diferente diseño, cuyo mejoramiento se ejecutó durante el año 2015. Pavimentación de concreto: Av. María Elena Moyano en el Distrito de Villa el Salvador.

FUENTE: Elaboración Propia.

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N°1: Proceso de enrasado del molde



Fotografía N°2: Proceso de curado de las probetas



Fotografía N°3: Proceso de toma de códigos de las probetas