

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**Diseño de concreto Fast Track con fines de uso para
rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Bach. Samuel Pucutuni Yapura

Bach. Edwin Arias Aquino

Asesor:

Ing. Ecler Mamani Chambi

Juliaca, diciembre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Ecler Mamani Chambi, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA" constituye la memoria que presentan los bachilleres Samuel Pucutuni Yapura y Edwin Arias Aquino para optar el título profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los 12 días del mes de julio del año dos mil veinte.



Ing. Ecler Mamani Chambi



064

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 18 día(s) del mes de diciembre del año 2019 siendo las 14:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Mtro. Lenin Henry Centurión Julca, el secretario: Ing. Herson Duberly Pari Cusi y los demás miembros: Ing. Wilson Gómez Paredes y el asesor Ing. Ecler Mamani Chambo.

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Diseño de concreto Fast Track con fines de uso para rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca"

de el(los)/a(las) bachiller(es): a) Samuel Pucutuni Yapura b) Edwin Arias Aguino conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil (Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Samuel Pucutuni Yapura

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 16, B, Bueno, Muy Bueno

Candidato (b): Edwin Arias Aguino

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 16, B, Bueno, Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures of President, Secretary, Member, Asesor, and Candidates (a) and (b).

DEDICATORIA

Mi agradecimiento infinito a Dios, por darme salud y vitalidad, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi padre Agripino Pucutuni Ttito y mi madre Paulina Yapura Huillca, por su apoyo incondicional, y todos mis hermanos quienes también me ayudaron en todo momento.

A mi esposa Uberlinda Mamani Arana y mis Hijos Heyzell Abigail y Kiliam Jafet, quienes desde que formaron parte de mi vida fueron mi gran motivación.

Samuel Pucutuni Yapura

Esta tesis se la dedico a mi Dios, quien supo guiarme por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante a pesar de las adversidades sin perder nunca la dignidad.

A mi familia que por ellos soy lo que soy. mis padres Antonio y Bernadina a mis hermanos Gilmer, Omar, Ángel y mi sobrino Robin, por sus consejos y apoyo en momentos difíciles, por ayudarme con los recursos necesarios.

Mis amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado esto es posible gracias a ustedes.

Edwin Arias Aquino

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento infinito a Dios, por darnos la oportunidad de aún cumplir metas y sueños, estamos seguros que él siempre estuvo, está y estará con nosotros guiándonos por el buen sendero.

A la Universidad Peruana Unión, nuestra alma Máter, donde pasamos tantos bellos y hermosos momentos, nos formamos como profesionales y como ciudadanos con principios y valores cristianos.

A nuestro asesor de tesis, Ing. Ecler Mamani Chambi, por direccionarnos en el campo de la investigación, por facilitarnos información y siempre estar presto para ayudarnos en todas las dificultades que tuvimos.

A nuestros Jurados Ing. Herson Pari Cusci, Ing. Wilson Gómez Paredes y al Ing. Cota por sus observaciones y sugerencias, con las cuales esta tesis se pudo culminar de manera completa.

Índice general

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xii
Simbología.....	xiii
Resumen	viv
Abstract.....	xv
CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1. Situación problemática.....	16
1.1.1. A nivel internacional	16
1.1.2. A nivel nacional	17
1.1.3. A nivel Local.....	18
1.2. Formulación del Problema	18
1.3. Interrogantes de la Investigación.....	20
1.3.1. Problema general.....	20
1.3.2. Problemas específicos	20
1.4. Objetivos de la investigación	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
1.5. Justificación.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. A nivel Internacional:.....	22
2.1.2. A nivel Nacional:	24
2.2. Bases Teóricas.....	25
2.2.1. Pavimentos rígidos	25
2.2.2. El concreto.....	29
2.2.3. Concreto Fast Track	46
2.2.4. Aditivos	52
CAPÍTULO III. VÍAS Y SISTEMA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE JULIACA	62
3.1. Infraestructura vial de la ciudad de Juliaca.	62

3.1.1.	Sistema vial actual.....	64
3.2.	Sistema de transporte urbano	66
3.2.1.	Transporte urbano	68
3.2.2.	Congestión en el transporte urbano.....	70
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA		71
4.1.	Tipo de investigación	71
4.2.	Diseño de investigación	71
4.3.	Operacionalización de variables.....	72
4.4.	Población y muestra	72
4.4.1.	Población.....	72
4.4.2.	Muestra.....	73
4.5.	Materiales	74
4.5.1.	Cemento	74
4.5.2.	Agregado	75
4.5.3.	Aditivos	76
4.5.4.	Agua	77
4.5.5.	Diseño de mezcla	77
4.6.	Técnica e instrumentos.....	78
4.7.	Procedimiento de investigación	78
4.7.1.	Elaboración de especímenes.....	78
4.7.2.	Curado de especímenes	79
4.8.	Pruebas	79
4.8.1.	En estado fresco	79
4.8.2.	En estado endurecido	79
4.9.	Diseño de a prueba de hipótesis	80
4.9.1.	Hipótesis estadística	80
4.9.2.	Nivel de significancia.....	80
4.9.3.	Grados de libertad	80
4.9.4.	Estadística de prueba.....	81
4.9.5.	Regla de decisión	81
CAPÍTULO V. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		82
5.1.	A partir del problema	82
5.1.1.	Resumen de Aforo Vehicular Salida Puno.....	83

5.1.2.	Resumen de aforo vehicular para salida Arequipa, salida Huancané y salida Cusco	85
5.1.3.	Cuantificación de pérdida económica por desvío a ruta alterna.....	86
5.2.	A partir del diseño de mezcla.....	88
5.2.1.	Relación agua cemento.....	88
5.2.2.	Agua de diseño	89
5.2.3.	Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$	89
5.2.4.	Diseño de mezcla para concreto Fast Track	92
5.3.	A partir de los resultados.....	93
5.3.1.	Resistencia a la compresión de cada diseño	93
5.3.2.	Resumen de la resistencia a la compresión en comparación a un concreto normal	98
5.4.	Prueba de hipótesis.....	99
5.4.1.	Prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión del concreto	100
5.5.	A partir del costo	110
5.5.1.	Análisis de costos unitarios para un concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$	110
5.5.2.	Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 2% - SP 0.5%) $F'C=210\text{kg/cm}^2$	111
5.5.3.	Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 3% - SP 0.5%) $F'C=210\text{kg/cm}^2$	113
5.5.4.	Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 4% - SP 0.5%) $F'C=210\text{kg/cm}^2$	115
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		117
6.1.	Conclusiones	117
6.2.	Recomendaciones.....	118

Índice de tabla

Tabla 1 <i>Beneficios de los pavimentos de concreto</i>	26
Tabla 2 <i>Tipos de cemento</i>	31
Tabla 3 <i>Contenido máximo de agentes dañinos en el agua de mezclado</i>	32
Tabla 4 <i>Granulometría del agregado fino para pavimentos</i>	33
Tabla 5 <i>Requisitos del agregado fino para pavimentos</i>	34
Tabla 6 <i>Límites de granulometría según el ASTM</i>	35
Tabla 7 <i>Determinación del módulo de fineza del agregado fino</i>	35
Tabla 8 <i>Granulometría del agregado grueso</i>	39
Tabla 9 <i>Dependencia entre la relación agua - material cementante y la resistencia a la compresión del concreto</i>	40
Tabla 10 <i>Características del concreto Fast Track</i>	47
Tabla 11 <i>Tipos de aditivos químicos según norma ASTM C 494</i>	53
Tabla 12 <i>Grado de consolidación de infraestructura vial</i>	63
Tabla 13 <i>Estado de conservación de la infraestructura vial</i>	64
Tabla 14 <i>Proyección de parque vehicular estimado según departamento (PDU, 2016)</i>	67
Tabla 15 <i>Cuadro de Empresas Y Asociaciones que Prestan el Servicio de Transporte al 2015 (PDU, 2016)</i>	67
Tabla 16 <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	72
Tabla 17 <i>Resumen de cantidades de briquetas a elaborar</i>	74
Tabla 18 <i>Componentes característicos del cemento</i>	74
Tabla 19 <i>Cuadro de procedencia, tamaño y forma de agregados utilizados</i>	75
Tabla 20 <i>Propiedades de los agregados</i>	75
Tabla 21 <i>Proporción de materiales para 1 m³ de concreto</i>	78
Tabla 22 <i>Cuadro de técnicas de recolección de datos</i>	78
Tabla 23 <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: resistencia a la compresión</i>	80
Tabla 24 <i>Resumen de aforo vehicular de la salida Puno de la ciudad de Juliaca, carril sentido IDA</i>	84
Tabla 25 <i>Resumen de aforo vehicular de la salida Puno de la ciudad de Juliaca, carril sentido RETORNO</i>	84
Tabla 26 <i>Resumen de aforo vehicular de la salida (Arequipa, Huancané y Cusco) en la ciudad de Juliaca, carril sentido IDA</i>	85

Tabla 27 <i>Resumen de aforo vehicular de la salida (Arequipa, Huancané y Cusco) en la ciudad de Juliaca, carril sentido RETORNO</i>	85
Tabla 28 <i>Cuadro de cuantificación de pérdida económica por interrupción al tránsito vehicular</i>	87
Tabla 29 <i>Máxima relación agua cemento permisible para concretos sometidos a exposición severa</i>	88
Tabla 30 <i>Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacíos</i>	89
Tabla 31 <i>Datos de los agregados</i>	89
Tabla 32 <i>Volumen absoluto de los materiales por m³ de concreto</i>	90
Tabla 33 <i>Peso seco de los materiales por kg/ m³ de concreto</i>	90
Tabla 34 <i>Corrección por humedad y absorción</i>	90
Tabla 35 <i>Peso por materiales corregidos por m³ de concreto</i>	91
Tabla 36 <i>Proporciones en peso serán por m³ de concreto</i>	91
Tabla 37 <i>Peso de material por bolsa de cemento de concreto</i>	91
Tabla 38 <i>Volumen aparente de los materiales</i>	91
Tabla 39 <i>Proporciones en volumen en obra serán</i>	92
Tabla 40 <i>Diseño de mezcla con aditivo (AC 1% - SP 0.5%)</i>	92
Tabla 41 <i>Diseño de mezcla con aditivo (AC 3% - SP 0.5%)</i>	92
Tabla 42 <i>Diseño de mezcla con aditivos (AC 4% - SP 0.5%)</i>	93
Tabla 43 <i>Resistencia a compresión concreto fast track 01 (AC 2% + SP 0.5%) a 24 horas</i>	94
Tabla 44 <i>Resistencia a compresión concreto fast track 01 (AC 3% + SP 0.5%) a 24 horas</i>	94
Tabla 45 <i>Resistencia a compresión concreto fast track 01 (AC 4% + SP 0.5%) a 24 horas</i>	94
Tabla 46 <i>Resultado de ensayo de resistencia a la compresión diseño 01 (para 1,3,7,14 y 28 días)</i>	95
Tabla 48 <i>Resultado de ensayos de resistencia a la compresión diseño 02 (para 1,3,7,14 y 28 días)</i>	96
Tabla 49 <i>Resultado de ensayos de resistencia a la compresión diseño 03 (para 1,3,7,14 y 28 días)</i>	97
Tabla 50 <i>Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto patrón</i>	102

Tabla 51 <i>Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC2% + SP 0.5%)</i>	103
Tabla 52 <i>Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC3% + SP 0.5%)</i>	105
Tabla 53 <i>Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC4% + SP 0.5%)</i>	106
Tabla 54 <i>Resultados de media aritmética y desviación standard para el diseño 01, 02 y 03 del concreto fast track</i>	107
Tabla 55 <i>Decisión de la hipótesis H_0 con el t_p para el concreto a la edad de 24 horas</i> .	109
Tabla 56 <i>Análisis de precios unitarios para concreto convencional</i>	110
Tabla 57 <i>Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 2% + SP 0.5%)</i>	111
Tabla 58 <i>Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 2% - SP 0.5%)</i>	112
Tabla 59 <i>Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 3% + SP 0.5%)</i>	113
Tabla 60 <i>Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 3% - SP 0.5%)</i>	114
Tabla 61 <i>Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 4% + SP 0.5%)</i>	115
Tabla 62 <i>Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 4% - SP 0.5%)</i>	116

Indice de figuras

<i>Figura 1. Esquema de pavimento de concreto simple con juntas. (Becerra, 2012)</i>	27
<i>Figura 2. Esquema de pavimento de concreto reforzado con juntas. (Becerra, 2012)</i>	28
<i>Figura 3. Esquema de pavimento de concreto continuamente reforzado.(Becerra, 2012).</i>	28
<i>Figura 4. Esquema de pavimentos de losas cortas. (Becerra, 2012)</i>	29
<i>Figura 5. Componentes del concreto. Diseño y control de mezclas de concreto(Kosmatka et al., 2004)</i>	30
<i>Figura 6 Curva de distribución para hipótesis de dos colas $H1: \mu\bar{X}_{CP} ? \mu\bar{X}_{AQ} \rightarrow$ $H0: \mu\bar{X}_{CP} = \mu\bar{X}_{AQ}$</i>	60
<i>Figura 7 Curva de Distribución para hipótesis de una cola a la derecha $H1: \mu\bar{X}_{CP} > \mu\bar{X}_{AQ}$ $\rightarrow H0: \mu\bar{X}_{CP} \leq \mu\bar{X}_{AQ}$</i>	60
<i>Figura 8 Curva de Distribución para hipótesis de una cola a la Izquierda $H1: \mu\bar{X}_{CP} <$ $\mu\bar{X}_{AQ} \rightarrow H0: \mu\bar{X}_{CP} \geq \mu\bar{X}_{AQ}$</i>	61
<i>Figura 10. Diagrama de la investigación</i>	71
<i>Figura 11. Proyección de rutas de ida y retorno alternos</i>	86
<i>Figura 12. Curva resistencia vs tiempo diseño 01 (AC 2% + SP 0.5%)</i>	96
<i>Figura 13 Curva resistencia vs tiempo diseño 02 (AC 3% + SP 0.5%)</i>	97
<i>Figura 14 Curva resistencia vs tiempo diseño 03 (AC 4% + SP 0.5%)</i>	98
<i>Figura 15 Curva resistencia vs tiempo combinada del concreto normal y diseño 01, 02 y 03 del concreto fast track para 28 días</i>	99
<i>Figura 16 Gráfico del estadístico de t para $\alpha = 0.05$ y 16 grados de libertad</i>	108
<i>Figura 17. Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 2% + SP 0.5%)</i>	112
<i>Figura 18. Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)</i>	114
<i>Figura 19. Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)</i>	116

Simbología

ASTM	: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Prueba)
ACI	: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
NTP	: Norma Técnica Peruana
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
AC	: Acelerante de fragua
SP	: Superplastificante
Ho	: Hipótesis nula
Hi	: Hipótesis de investigación
Ag	: Agregado Grueso
Af	: Agregado Fino
Pe	: Peso específico
a/c	: Agua/Cemento

Resumen

El objetivo de esta investigación es determinar un diseño de concreto tipo fast track (fraguado inicial rápido), que alcance la resistencia a compresión de diseño a las 24 horas. Una de las problemáticas en mantenimiento vial, que se observan en la ciudad de Juliaca y en todas las ciudades del Perú; da origen a esta investigación, ya que es inminente la demora que se da en su ejecución y en su puesta a servicio, hasta que alcance su resistencia a la compresión mínima del 85%, tal como lo indica el manual de carretas EG -2013. Para el cumplimiento del objetivo de la investigación, se hace uso de dos aditivos como es el acelerante de fragua (Master XSeed-100) y superplastificante, (Master Glenium SCC3800) en tres dosificaciones diferentes: (2% AC + 0.5% SP), (3% AC + 0.5% SP) y (4% AC + 0.5% SP), para el diseño de mezcla se utiliza la relación agua/cemento de 0.45 considerado este para diseños de concreto en climas fríos o extremos.

Con base en los datos obtenidos de los ensayos realizados se comprobó que el concreto tipo fast track del diseño N°1, N°2 y N°3 alcanzaron un promedio a la resistencia a compresión de 154.47 Kg/cm², 167.14 Kg/cm² y 211.52 Kg/cm² respectivamente, del cual se puede concluir que el diseño N°3 cumple el objetivo de la investigación, ya que su resistencia promedio alcanza el 100.72%.

El precio de fabricación en comparación a un concreto patrón, varía en S/.214.19 nuevos soles, equivalente a 72.19% de varianza en costo.

Palabras clave: concreto fast track, concreto patrón, resistencia a compresión, superplastificante, acelerante de fragua, variación de costos de producción.

Abstract

The objective of this research is to determine a fast track type concrete design, which reaches the compressive strength of the design at 24 hours. Since the problem that is seen in the city of Juliaca and in all the cities of Peru, gives rise to this investigation, since the delay that occurs in its execution and in its commissioning is imminent, is until it reaches its minimum compressive strength of 85%, as indicated in the EG -2013 cart manual; For the fulfillment of the research objective, two additives are used, such as the forge accelerator (Master XSeed – 100) and superplasticizer, (Master Glenium SCC3800) in three different dosages: (2% AC + 0.5% SP), (3% AC + 0.5% SP) and (4% AC + 0.5% SP), for the mix design the water / cement ratio of 0.45 considered this is used for concrete designs in cold or extreme climates.

Based on data obtained from the tests carried out, it was found that the fast track concrete of design No. 1, No. 2 and No. 3 reached an average compressive strength of 154.47 kg / cm², 167.14 kg / cm² and 211.52 Kg / cm² respectively, from which it can be concluded that design N ° 3 meets the objective of the investigation, since its average resistance reaches 100.72%.

The manufacturing price compared to a standard concrete, varies in S / .214.19 nuevos soles, equivalent to 72.19% of variance in cost.

Keywords: fast track concrete, standard concrete, compressive strength, super plasticizer, forge accelerator, production cost variation.

Capítulo I. Identificación del Problema

1.1. Situación problemática

1.1.1. A nivel internacional

1.1.1.1. En Ecuador

En la provincia de Ambato, Ecuador, el año 2015 se realiza una investigación para dar solución rápida a las fisuras, desprendimientos, sellos de juntas, falta de textura, desgaste, entre otros, presentes en la capa de rodadura de los pavimentos rígidos; estos fenómenos se presentan en vías de alta jerarquía y mediana jerarquía, en donde la interrupción al tránsito es casi imposible, por lo que requiere de un mecanismo de rehabilitación en tiempo récord, para ello se presenta como una posible alternativa de solución el empleo de hormigón fast track.(Salinas & Vasco, 2015)

1.1.1.2. En Chile

En la provincia de Valdivia, Chile, el año 2007, se realiza un investigación denominado “técnica de rápida rehabilitación al tránsito en pavimentos rígidos Fast – track”, con la finalidad de solucionar problemas de congestión vehicular en menos tiempo posible, este planteamiento de solución es debido al alto flujo vehicular, y la densidad poblacional, donde es imposible interrumpir el tránsito de manera absoluta, por lo que esta nueva técnica de mantenimiento se propone como alternativa de solución. (Sánchez, 2007).

Se presenta la problemática del deterioro de los pavimentos rígidos y flexibles, desde el momento de la puesta en servicio, tales como fallas, ahuellamientos, grietas e incluso baches; es por ello y dada la necesidad de optimizar recursos en el mantenimiento, se realiza un análisis comparativo entre el pavimento rígido y el flexible, para determinar cuál de los dos tiene un mejor comportamiento funcional y económico.(Burgos, 2014).

1.1.1.3. En España

En su gran mayoría las carreteras se encuentra un mal estado, es frecuente encontrar fisuras longitudinales, transversales baches, descascaramiento, etc., que dificultan el tránsito vehicular. Estas fallas que afectan al tránsito vehicular y a la incomodidad de las personas se producen por múltiples factores como ser: el resultado de un mal diseño estructuralmente, de la mala deficiente calidad de los materiales, de procesos constructivos erróneos, de un incorrecto sistema de drenaje en caso de precipitaciones pluviales, del efecto de demandas extremas como carga vehicular y factores climáticos, entre otros. El gran problema es que no se hace un mantenimiento apropiado ni se toma en cuenta el plan de vida, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y solo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave. (CELMA, 2012).

1.1.2. A nivel nacional

1.1.2.1. En Piura:

Se realiza un diagnóstico del estado situacional de las vías de la ciudad de Piura, el año 2003, donde se determina que el 60% de las vías se encuentran en mal estado, y el 90% de las vías rehabilitadas por la municipalidad se han deteriorado en menos de cinco meses; por ende, el tiempo de recorrido de las unidades de servicio público, han incrementado considerablemente, causando malestar de los transportistas y usuarios. (Castro, 2003).

1.1.2.2. En Lima:

El año 2010, para Lima Metropolitana, se plantea una nueva alternativa de rehabilitación de pavimentos rígidos: ya que las reparaciones se realizaban en tiempos dilatados, que varían entre dos semanas y dos meses, causando congestión en el tránsito vehicular, e inconvenientes en los comercios y viviendas del entorno. Otro inconveniente presentado es lo complicado que se hace la circulación por la ciudad por la saturación del parque

automotor, por los continuos interrupciones por la rehabilitación y mejoramiento de las vías.(Toledo, 2010).

1.1.2.3. En Chiclayo:

En Chiclayo el año 2016, se realiza una comparación del concreto convencional con el concreto fast track, adicionando con aditivos químicos; con la finalidad de mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, así mismo se realiza la comparación respecto al costo de fabricación. La problemática que conlleva a realizar este trabajo de investigación es la demora en la construcción y puesta en servicio de los pavimentos rígidos.(Guzmán & Yovera, 2016)

1.1.3. A nivel Local

La primera imagen que uno le viene a la mente cuando hace memoria de las vías de Juliaca, son vías en mal estado con baches en muchos casos con desniveles de tierra de difícil acceso, pareciera ser que uno transita por una zona de desastre bélico, el cual ha sido constante en estos últimos años de proceso que la autoridad local no se ha preocupado por el desarrollo de infraestructura vial dejando en el olvido la población y a los transportistas que sufren al transitar por estas vías de la ciudad de Juliaca.(Hanco, 2016).

1.2. Formulación del Problema

En un buen porcentaje, la pavimentación en zonas urbanas es con sistema de pavimento rígido. No es la excepción en la ciudad de Juliaca donde hay alto tránsito vehicular, por ser ciudad netamente de comercio donde la transpirabilidad de unidades vehiculares varia de livianos hasta unidades de alto tonelaje.

Se conoce que hay pavimentos rígidos que por su diseño han cumplido su vida útil y en algunos casos se han deteriorado por su uso. Esto inevitablemente requiere hacer el

mantenimiento correspondiente. Un mantenimiento de vías siempre causa malestar en todos los usuarios, ya que para intervenir demanda que se bloqueen y se habiliten nuevos accesos en muchos casos por periodo de tiempo largo, que llegan a superar el mes, esto debido al uso del concreto normal el cual llega a obtener resistencias de 210 kg/cm² a los 28 días después del vaciado, más aun considerando que el cemento comercial en la ciudad es del tipo IP (cemento Portland puzolánico) el cual por sus características logra una resistencia inicial lenta en comparación con otro tipo de cementos.

La presente tesis busca dar a conocer una alternativa de solución ante la tradicional forma de ejecución de trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos de concreto mediante el uso del concreto de alta resistencia inicial denominado (Fast Track) el cual es una técnica de rápida habilitación al tránsito de pavimentos de concreto. Que nace de la necesidad de reparar pavimentos urbanos o cambiar losas en menores tiempos constructivos debido a los altos flujos vehiculares.

La clave de esta técnica se encuentra en la programación y logística que se le da al proyecto, además de los tipos de materiales componentes con los que se confecciona el concreto al que además de los agregados cemento y agua se le incorpora aditivos superplastificante y acelerante de fragua que permiten reducir la cantidad de agua de mezcla, manteniendo la cantidad de cemento.

La utilización de esta técnica permitirá rehabilitar pavimentos en la ciudad de Juliaca, habilitándolos al tránsito en un tiempo considerablemente menor que mediante el uso del concreto tradicional.

1.3. Interrogantes de la Investigación

1.3.1. Problema general

¿En qué medida el empleo del concreto Fast Track influye en el ahorro de tiempo y dinero en la rehabilitación de pavimentos rígidos?

1.3.2. Problemas específicos

¿Se puede diseñar una dosificación de concreto denominado Fast Track capaz de alcanzar su resistencia máxima en 24 horas con la adición de aditivos?

¿Es factible emplear concreto Fast Track en la rehabilitación de pavimentos rígidos, sin tener mucha variación de costo a un concreto convencional?

¿Cuál es la dosificación exacta de aditivos con las cuales el concreto Fast Track alcanzará su máxima resistencia en corto tiempo?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Diseñar concreto Fast Track como una alternativa de rehabilitación de pavimentos rígidos en Juliaca.

1.4.2. Objetivos específicos

Elaborar dosificación de concreto denominado Fast Track $f'c=210$ kg/cm² con diferentes porcentajes de aditivos químicos.

Comparar la resistencia a la compresión alcanzada del concreto Fast Track con un concreto convencional.

Determinar la dosificación exacta del concreto Fast Track capaz de alcanzar su resistencia de diseño en 24 horas.

1.5. Justificación

Por la pérdida de tiempo y dinero en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca, es necesario investigar y determinar un diseño de concreto capaz de alcanzar su resistencia máxima a la compresión en un tiempo récord.

A la actualidad se ha podido visualizar y ver el malestar de todos los usuarios del entorno de la vía en mantenimiento, por la demora que esta demanda. Estos trabajos se siguen realizando por falta de dirección técnica o falta de investigaciones las cuales ayuden a aplicar técnicas de mejores resultados.

Por ello es importante proveer información necesaria para mitigar los trabajos o procesos constructivos tradicionales.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel Internacional:

2.1.1.1. Chile

(Sánchez, 2007). En el proyecto “Técnica de rápida rehabilitación al tránsito en pavimentos rígidos Fast Track” elaborado en la Universidad Austral de Chile, año 2007, expuso un completo análisis del concreto Fast Track. Después de un estudio minucioso, logística, una precisa preparación de la mezcla y un riguroso sistema de control de avance de ocupaciones, que permita obtenerse en la obra los valores necesarios para hacer el correcto curado, corte y sellado de juntas en la época necesarios para poder activar el pavimento y evitar de esta forma indispensables congestionamientos de tránsito sin perjudicar la durabilidad del mismo. Desde un criterio barato la técnica acá descrita muestra un sin número de configuraciones en el momento de combatir un desarrollo de pavimentación o de reparación pavimentadora, por un lado estamos con que el hormigón Fast - Track es más caro que el hormigón para pavimentos habituales y que consigue hasta un 33% de más grande inversión en el emprendimiento, pero por el lado opuesto entendemos que la técnica nos proporcionará (siguiendo todos los desarrollo adecuadamente) una reducción de faenas y de apertura al tráfico hasta en una tercer parte o un cuarto de los tiempos que involucran todo el desarrollo, además de proporcionarnos un hormigón con superiores características finales de resistencia tanto a la compresión como a la flexotracción”; en un pavimento Fast- Track la resistencia a la compresión mínima a las 24 horas debe ser del orden de los 230 kgf/cm² (23MPa) y al flexo tracción 25 kgf/cm² (2.5 MPa).

2.1.1.2. Estados Unidos

Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA, 2001). En el artículo “IMPORTANTE OBRA EN UN AEROPUERTO DE WISCONSIN” de la Revista Cemento N° 2 (EE.UU.), habla de:

Una obra de recomposición en el campo de aviación regional de Dane Country en Madison, Wisconsin, el trabajo que se extendió quince días fue concluido siete horas antes del período predeterminado, gracias a la utilización, de la técnica del hormigón Fast Track, que es aquella que facilita activar al tránsito escasas horas luego de constituido el pavimento de hormigón”; el emprendimiento de 3,5 millones de USD tiene dentro la recomposición de los tramos norte y sur, de la pista 18/36 y dos calles de carreteo de conexión. Comúnmente, la creación de esta obra debió tomar 90 días. El estudio de este emprendimiento tuvo como condición sostener su clausura el mínimo tiempo viable para achicar los problemas a los servicios aéreos. Un lapso de clausura de 90 días hubiera conllevado una pérdida estimada de capital para el campo de aviación de 1,8 millones de USD gracias a la cancelación y demoras en los vuelos; por todo lo mencionado, se especificó el hormigón Fast Track para apresurar la creación de los dos tramos de la pista y una sección de las pistas de carreteo de conexión. Todos esos tramos poseían una longitud de 305 metros y un ancho de 45 metros. Los tramos aludidos de pista auténticos poseían 20 años de antigüedad y los 305 metros de su longitud estaban contruidos por una cubierta de 10 cm de material asfáltico, con una muy baja aptitud portante que no resistía la acción del tránsito aéreo y que, entonces, hubo que remover”; el hormigón tuvo un establecimiento que osciló entre 13 y 25 mm y era provisto con camiones volcadores y agitadores. Se utilizó un cemento de alta resistencia inicial, a los efectos de conseguir la resistencia detallada muchísimo más de manera rápida que con un hormigón elaborado con cemento habitual. El emprendimiento especificaba que el hormigón Fast Track debería lograr una resistencia mínima a compresión de 240 kg/cm² en 12 horas, antes

de ser librado al tráfico. La resistencia a flexión requerida en obra era de 45 kg/cm² a los 28 días. (ICPA, 2001).

En el artículo *“Pavimento de hormigón fast track abre la puerta al futuro de la industria”* anunciado por la Organización De América de Pavimentos de Hormigón en Illinois (EE.UU.) en el 2000, tuvo como propósito “la reparación de la carretera de Iowa y su puesta en servicio en menos de 24 horas”; La llave para el éxito de Fast Track fue el desarrollo económico de mezclas de concreto que pueden proporcionar altas resistencias a una relativa temprana edad 24 horas o menos. Aunque este tipo de construcción es bastante rutinario para gente de la industria, sino que no habían intentado antes en aplicaciones de pavimentación. (Knutson & Riley, 2000).

2.1.2. A nivel Nacional:

En Huamachuco, Perú, el año 2015 se realizó una investigación de concreto de fraguado inicial rápido, por la presencia de climas extremas, las cuales alargan el fraguado normal de los concretos; para este estudio se utiliza dos marcas de aditivos como es Chema y Sika, ambas acelerantes de fragua, dosificados a diferentes porcentajes. El mejor resultado obtenido es con acelerante de fragua Sika 3 al 4% que alcanzó una resistencia a la compresión de 209.3 kg/cm² a la edad de 7 días.(Baca & Boy, 2015).

En esta investigación acerca de “efectos sobre las propiedades del concreto por uso de dos aditivos, un acelerante de fragua y un plastificante” tiene como finalidad comprobar, mediante ensayos de laboratorio, los efectos del empleo de dos aditivos: un plastificante reductor de agua y un aditivo acelerante de fragua, sobre las propiedades del concreto en su estado fresco como en su estado endurecido. Los aditivos utilizados son el aditivo

plastificante reductor de agua Plastiment HE, y el aditivo acelerante de fragua Plastocrete 161 HE, distribuidas por la firma SIKA PERÚ S.A. (Gomez, 2009).

El investigador realizó el, “estudio de las propiedades del concreto con un aditivo acelerante de alto poder que mejora la performance de la resistencia y fraguado utilizando cemento tipo I” trata sobre el estudio de un concreto elaborado con el cemento “Sol” más la inclusión del aditivo CHEMA3, el cual, según el fabricante, es un acelerante de alto poder para el concreto, con elevada ganancia final de la resistencia a la compresión. El aditivo CHEM 3 no logra alcanzar las bondades señaladas en su cartilla técnica y si es que en algunos casos mejora la performance del concreto es hasta, en un porcentaje de 3%. (Arroyo, 2008).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Pavimentos rígidos

El pavimento de concreto es famoso por su extendida durabilidad y resistencia, llegando a tener costos de cuidado bastante inferiores que los incurridos en la opción semejante de pavimento asfáltico, no solo por los trabajos comprometidos para hacer el cuidado de cada tipo de pavimento, sino, además, por las inferiores frecuencias de paralización, que impactan socialmente a la gente. Complementariamente, por su naturaleza rígida, el pavimento de concreto necesita en la mayoría de los casos sólo una cubierta de material granular como subbase, por lo cual hay ahorros complementarios en costos de materiales y tiempos de trabajo. (Becerra, 2012).

En el artículo técnico: “Comparación a nivel de costos de inversión inicial entre las alternativas de pavimentación flexible y rígida”, presentado por el autor en el II Congreso Internacional de Pavimentos de Hormigón realizado en noviembre del 2011 en Florianópolis

– Brasil, se demuestra la competitividad de los pavimentos de concreto JPCP, sobre todo para condiciones de tránsito elevado y suelo con CBR < 10% al 95% de máxima densidad seca. En este artículo se concluye que existe una variación de +/- 20% respecto a los costos de construcción entre ambas alternativas. (Becerra, 2012).

Tabla 1
Beneficios de los pavimentos de concreto

Beneficios	concreto
Seguridad Vial	Reduce salpique de agua superficial (no se ahueca, no se empoza).
	Mejor adherencia superficial: textura rugosa para mejor adherencia entre pavimento y neumático.
	Mayor durabilidad: 3 veces más reflejante que el asfalto.
	Ahorro en costos de iluminación en vías urbanas hasta un 30% de energía.
	Planicidad superficial: conserva textura superficial por más tiempo.
Cuidado del medio ambiente	Ahorro de combustible: en camiones puede ir de 0.8% a 6.9% vs asfalto.
	Se reducen las emisiones de dióxido de carbono y otros.
	Requiere de 3 a 5 veces menos energía en su construcción, mantenimiento y rehabilitación. Es 100% reciclable.
	Reduce el efecto del calor urbano, por su color claro y propiedades reflectoras.

Nota: Fuente: Asociación Canadiense del Concreto Premezclado

2.2.1.1. Tipos de Pavimentos rígidos

Existen cuatro tipos de pavimentos de concreto utilizados en vías, los cuales se diferencian principalmente por la forma en que se distribuyen las juntas sobre la carpeta de rodadura. (Becerra, 2012).

a. Pavimento de concreto simple con juntas (JPCP)

Es conocido como JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement, por sus siglas en inglés). En esta clase de pavimentos se necesitan hacer juntas de contracción transversal que, supuestamente, están espaciadas entre 3.5 y 6.0 m. Las cargas transmitidas de los paños

adyacentemente, se da por medio de trabazón de agregados o por medio del empleo de pasadores. Las juntas provocan el agrietamiento, propio del accionar del preciso, por las tensiones originadas gracias a los cambios de temperatura y humedad que experimenta la carpeta de rodadura. Aunque la teoría sugiere que se tienen la posibilidad de lograr espaciamientos de 6.0 m, por la vivencia obtenida en varios proyectos viales, se sugiere no sobrepasar los 4.5 m de espaciamiento entre paños. (Becerra, 2012).

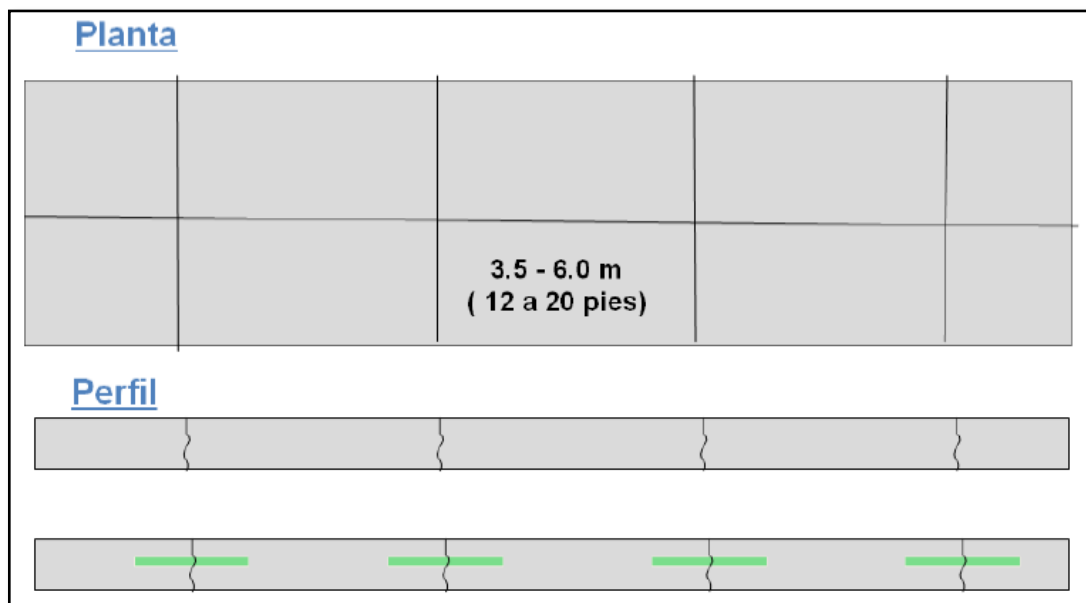


Figura 1. Esquema de pavimento de concreto simple con juntas. (Becerra, 2012)

b. Pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP)

Se le conoce como JRCP (Jointed Reinforced Concrete Pavement, por sus siglas en inglés). Este tipo de pavimento tiene como refuerzo una malla de acero, que permite ampliar los espaciamientos entre las juntas transversales de contracción, llegando a distancias entre 7.5 y 9.0 m. Aunque tiene refuerzo sobrio de acero, se espera que se produzcan fisuras controladas dentro de los paños. Los pasadores cumplen la función de transmitir las cargas adyacentes entre paños. Las nuevas metodologías de diseño ya no lo consideran. (Becerra, 2012).

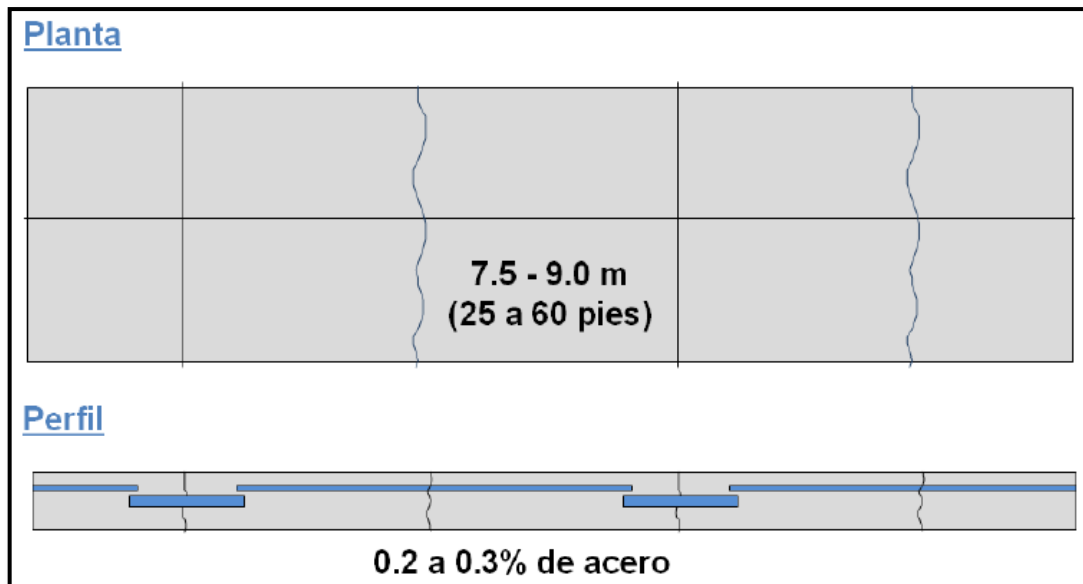


Figura 2. Esquema de pavimento de concreto reforzado con juntas. (Becerra, 2012)

c. Pavimentos de concreto continuamente reforzados (CRCP)

Se les conoce como CRCP (Continuously Reinforced Concrete Pavement, por sus siglas en inglés). Las tensiones son controladas por una armadura de acero de bastante cuantía. Se aguarda la aparición de fisuras controladas a lo largo de todo el pavimento, con distancias que fluctúan entre 0.6 y 2.0 m. (Becerra, 2012).

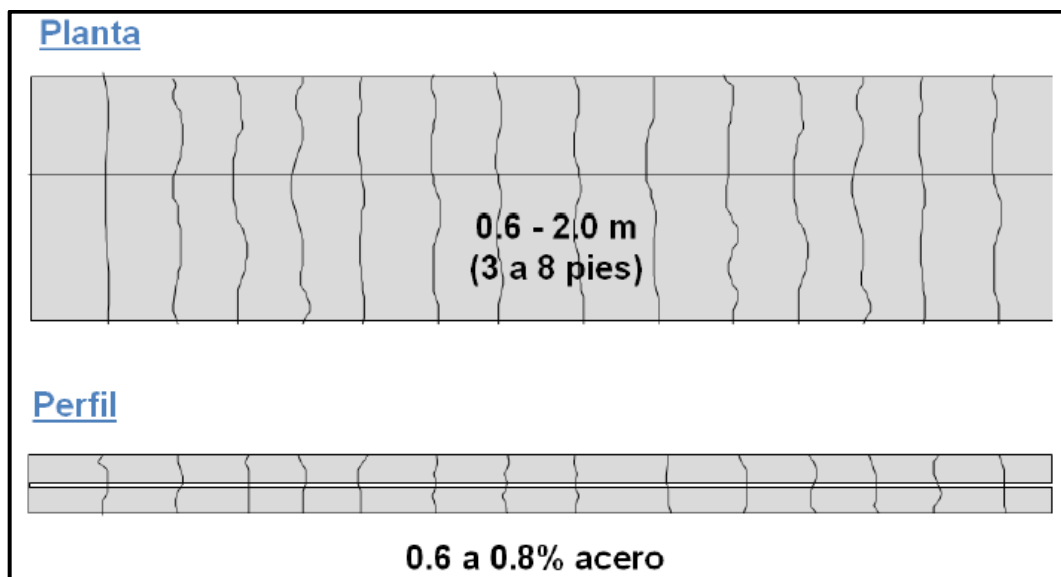


Figura 3. Esquema de pavimento de concreto continuamente reforzado. (Becerra, 2012)

d. Pavimentos de concreto con losas cortas (Optipave)

Es un tipo de pavimento que nace empíricamente en zonas de altura, donde los gradientes de temperatura y humedad son bastante altos. Tiene la particularidad de trabajar con losas de mucho menores dimensiones: 1.8 X 1.8 (aunque puede variar). Tiene dos objetivos principales: (1) Controlar la fisuración debido a condiciones climáticas extremas; (2) Optimizar espesores, dado que los esfuerzos de flexión que gobiernan la metodología de diseño convencional, son desplazados por los esfuerzos de compresión, en los que el concreto se comporta bastante bien, permitiendo reducir espesores (con la economía que ello involucra), para un mismo comportamiento esperado. (Becerra, 2012).

Recientemente, la empresa TCpavement ® ha realizado estudios y obtenido relaciones mecanicistas que validan este tipo de diseños, trabajando con elementos finitos para obtener los esfuerzos y deformaciones. En el año 2012, es reconocido como un método de diseño válido por la Asociación Americana de Pavimentos de Concreto (ACPA, por sus siglas en inglés). (Becerra, 2012).

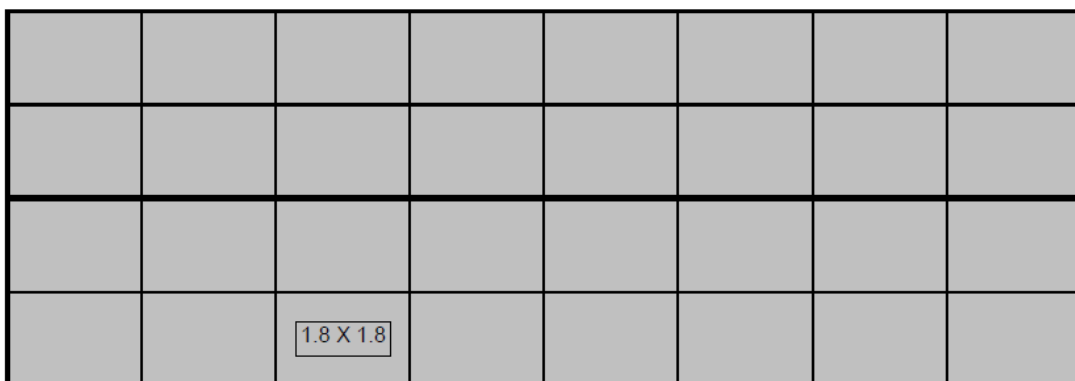


Figura 4. Esquema de pavimentos de losas cortas. (Becerra, 2012)

2.2.2. El concreto

Está compuesto por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregado fino y grueso. (MTC, 2013).

El concreto (hormigón) es fundamentalmente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, acopla los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), estableciendo una aglomeración idéntica a una roca. Esto sucede por el endurecimiento de la pasta en resultado de la reacción química del cemento con el agua (Fig. 5). Otros materiales cementosos (cementantes) y complementos minerales se pueden incluir en la pasta.(Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tenesi, 2004).



Figura 5. Componentes del concreto. Diseño y control de mezclas de concreto(Kosmatka et al., 2004).

El concreto está compuesto por los siguientes ingredientes:

2.2.2.1. Cemento

El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente. (MTC, 2013).

El cemento portland se origina por la pulverización del clínker, el cual radica principalmente en silicatos de calcio hidráulicos. El clínker también contiene algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y una o más formas de sulfato de calcio

(yeso) que se muele juntamente con el clinker para la fabricación del producto final. (Kosmatka et al., 2004).

Los materiales empleados para la elaboración del cemento portland deben contener cantidades apropiadas de los compuestos de calcio, sílice, alúmina y hierro. Durante la producción, se hace análisis químico usual de todos los materiales para garantizarse una calidad alta y uniforme del cemento. (Kosmatka et al., 2004).

Por el contrario, si tiene un alto contenido de C2S, tendrá buenas resistencias a largo plazo y bajo calor de hidratación. En cuanto a la resistencia a los sulfatos, ésta será inversa al contenido de C3A. Por este motivo, la norma norteamericana ASTM C-150 clasifica los cementos Portland en cinco tipos. (Cementos Bio Bio S.A., 2013).

Tabla 2
Tipos de cemento

Cemento Portland Norma ASTM C-150	
TIPO I	Normal
TIPO IA	Normal con aire incluido
TIPO II	Moderada resistencia a los sulfatos
TIPO IIA	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido
TIPO III	Alta resistencia inicial (Alta resistencia temprana)
TIPO IIIA	Alta resistencia inicial con aire incluido
TIPO IV	Bajo calor de hidratación
TIPO V	Alta resistencia a los sulfatos

Nota: Fuente: Diseño y control de mezclas de concreto (Kosmatka et al., 2004)

2.2.2.2. Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. (MTC, 2013).

“Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄ = y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072”. (MTC, 2013).

“En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados”. (MTC, 2013).

Prácticamente cualquier agua natural que sea potable y no presente fuerte sabor u olor se la puede usar como agua de mezcla (de mezclado, de amasado) para el preparo del concreto. Sin embargo, también se pueden emplear en concreto algunas aguas que no se consideran potables. (Kosmatka et al., 2004).

Tabla 3
Contenido máximo de agentes dañinos en el agua de mezclado

Sustancia	Valor máximo
Cloruros	330 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
Ph	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota: Fuente: Tecnología del concreto de alto desempeño (Portugal, 2007)

2.2.2.3. Agregado fino

Es considerado agregado fino, la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo al Proyecto. (MTC, 2013).

“El agregado fino debe compensar el requisito granulométrico señalado en la Tabla N°01”. Además de ello, la gradación escogida para el diseño de la mezcla no deberá presentar más del 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura debe estar en el rango de entre 2,3 y 3,1. (MTC, 2013).

Siempre que el módulo de finura varíe en más de dos décimas respecto del obtenido con la gradación escogida para definir la fórmula de trabajo, se deberá ajustar el diseño de la mezcla. (MTC, 2013).

Tabla 4
Granulometría del agregado fino para pavimentos

Tamiz		% que pasa
Normal	Alterno	
9.5 mm	3/8”	100
4.75 mm	Nº4	95 – 100
2.36 mm	Nº8	80 – 100
1.18 mm	Nº16	50 – 85
600 µm	Nº30	25 – 60
300 µm	Nº50	10 – 30
150 µm	Nº100	2 – 10

Nota: Fuente: Manual de diseño de carreteras EG-2013 (MTC, 2013).

El agregado fino deberá cumplir, también, las exigencias de calidad indicados en la Tabla N°03. (MTC, 2013).

“Si el agregado fino no cumple los rangos que la Tabla N°02 presenta, para el contenido de materia orgánica, este se podrá aceptar, si al ser comprobado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia referente a 7 días no menor de 95%, calculada de acuerdo con la forma descrita en la norma NTP 400.013 (ASTM C 87)”. (MTC, 2013).

Tabla 5
Requisitos del agregado fino para pavimentos

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
Durabilidad				
	Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
Limpieza				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
	F'c \leq 21 MPa	MTC 114	NTP 339.146	65
Equivalente de arena, % mínimo	(210 $>$ 21 Mpa F'c $>$ 21 Mpa (210 $>$ 21 Mpa	MTC 114	NTP 339.146	75
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
Contenido de materia orgánica				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024	Igual a muestra patrón
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , = % máximo.		-	NTP 400.042	1.2
Contenido de cloruros, expresado como Cl ⁻ , % máximo.		-	NTP 400.042	0.1
Absorción				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

Nota: Fuente: Manual de diseño de carreteras EG-2013 (MTC, 2013).

a. Granulometría

(Abanto, 2008) la granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena, dicha distribución de partículas se determina con la separación de mallas normalizadas para el agregado fino que son la N°4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Los requerimientos de porcentajes de partículas se presentan en la tabla N°6

Tabla 6
Límites de granulometría según el ASTM

Malla		Porcentaje que pasa (acumulativo)		
3/8"	9.5mm			100
N°4	4.75mm	95	a	100
N°8	2.36mm	80	a	100
N°16	1.18mm	50	a	85
N°30	600µm	25	a	60
N°50	300 µm	10	a	30
N°100	150 µm	2	a	10

Nota: Fuente: (Abanto, 2008)

b. Módulo de fineza

El MF es un índice de finura del agregado – cuanto mayor el MF, más grueso es el agregado; el MF de los agregados finos es útil para estimar las proporciones de agregados fino y grueso en el concreto. Un ejemplo de cómo se determina el MF del agregado fino (de un análisis granulométrico asumido) se presenta en la Tabla 7

Tabla 7
Determinación del módulo de fineza del agregado fino

Tamiz	Porcentaje de la fracción individual retenida, en masa	Porcentaje acumulado que pasa, en masa	Porcentaje retenido acumulado, en masa
9.5mm (3/8 Pulg)	0	100	0
4.75mm (No 4)	2	98	2
2.36mm (No 8)	13	85	15

1.18mm (No 16)	20	65	35
600µm (No 30)	20	45	55
300 µm (No 50)	24	21	79
150 µm (No 100)	18	3	97
Charola	3	0	-
Total	100		283
		Módulo de finura=	283/100 = 2.83

Nota: Fuente:(Kosmatka et al., 2004)

c. Peso específico

El peso específico de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo, también depende de la densidad de los materiales que los componen, así como de la cantidad de poros que contenga(Portugal, 2007).

d. Contenido de humedad

Es el contenido de agua dentro del agregado y se puede determinar con la siguiente formula

$$\% \text{ humedad} = \% \omega = \frac{H - S}{S} \times 100$$

Donde:

H = peso del agregado húmedo

S = peso del agregado en condición seca

e. Absorción

E(Abanto, 2008)''es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje''.

$$\% \text{ absorción} = \% a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde:

D = Peso del agregado saturado superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca

f. Peso unitario

(Portugal, 2007)“Se define peso unitario o volumétrico del agregado, ya sea en estado suelto o compactado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Usualmente esta expresado en Kg/m³”.

- **Peso Unitario suelto: (P.U.S)**

Este ensayo es para la determinación del peso que llenaría un cilindro metálico, de volumen conocido, determinado con el termino peso volumétrico unitario, porque se refiere al volumen que ocupa el agregado y los espacios vacíos.

$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del material}}{\text{volumen del recipiente}}$$

- **Peso unitario compactado: (P.U.C.)**

Se realiza el mismo procedimiento que en el caso del peso unitario suelto con la diferencia de que se coloca en tres partes o etapas, en las cuales en cada una de ellas se hace un compactado con 25 golpes verticales con una varilla de acero liso, y para el cálculo del peso unitario compactado se emplea la siguiente formula.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{volumen del recipiente}}$$

2.2.2.4. Agregado grueso

Se denomina agregado grueso a la cantidad retenida en el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Dicho agregado deberá provenir esencialmente del machacamiento de roca o de grava o por una mezcla de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, duros y duraderos, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará libre de polvo, tierra, terrones

de arcilla u otras sustancias perjudiciales que puedan afectar la calidad de la mezcla. (MTC, 2013).

Se permite la utilización de aquel agregado grueso proveniente de escorias de alto horno. Su gradación se deberá ajustar a alguna de las señaladas en la Tabla N°04. Siempre que el tamaño máximo nominal sea mayor de 25 mm (1”), el agregado grueso se deberá suministrar en las dos fracciones que indica la Tabla N°04. La mezcla del agregado grueso y fino nos da curva granulométrica, el cual sirve para el diseño y elaboración del concreto, este deberá ser continua y asemejarse a las teóricas logradas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey. (MTC, 2013).

Respecto al diseño de pavimento, el tamaño máximo nominal no debe superar un tercio del espesor de diseño. El agregado grueso deberá desempeñar, además, las exigencias de calidad señalados en la Tabla N°05. Dos o más agregados gruesos combinados para mejorar la curva granulométrica deben cumplir, los requisitos indicados en la Tabla N°06 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera autónoma por cada uno de ellos. (MTC, 2013).

a. Granulometría

Tabla 8

Granulometría del agregado grueso

HUSO	Tamaño nominal (tamices con aberturas cuadradas)	% Porcentaje que pasa													
		100 mm (4 plg)	90 mm (3 1/2 plg)	75 mm (3 plg)	63 mm (2 1/2 plg)	50 mm (2 plg)	37.5 mm (1 1/2 plg)	25 mm (1 plg)	10.0 mm (3/4 plg)	12.5 mm (1/2 plg)	9.5 mm (3/8 plg)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)	1.18 µm (N°50)
1	90 a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25 mm (2" a 1)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 a 4.75 mm (2" a N°4)				100	95 a 100				10 a 30	0 a 5				
4	37.5 a 19.0 mm (1 ½" a ¾")				100	90 a 100			0 a 15						
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N°4)				100	95 a 100			35 a 70		10 a 30				
5	25.0 a 12.5 mm (1" a ½")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5					
56	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")					100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5				
57	25 a 4.75 mm (1" a N°4)					100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5			
6	19 a 9.5 mm (¾" a 3/8")						100	90 a 100		20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19 a 4.5 mm (¾" a N°4)						100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5			
7	12.5 a 4.75 mm (1/2" a N°4)							100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5			
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N°8)								100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5		
89	9.5 a 1.18 mm (3/8" a N°16)									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4.75 a 1.18 mm (N°4 a N°16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Fuente: Manual de diseño de carreteras EG-2013 (MTC, 2013)

2.2.2.5. Relación agua cemento

Para un ambiente con congelación - deshielo, la relación agua-cemento máxima debería ser 0.45. La relación agua-cemento recomendada para la resistencia de 434 kg/cm² es 0.32, a través de la Tabla 7. Como la relación agua-cemento más baja gobierna, la mezcla se debe diseñar para 0.32. Si hubiera existido una curva con datos de mezclas de prueba, la relación agua-cemento se podría obtener de estos datos. (Kosmatka et al., 2004).

Tabla 9

Dependencia entre la relación agua - material cementante y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días, lb/pulg²	Relación agua - material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
7000	0.33	-
6000	0.41	0.32
5000	0.48	0.40
4000	0.57	0.48
3000	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

Nota: Fuente: Diseño y control de mezclas de concreto (Kosmatka et al., 2004)

La calidad del concreto ya endurecido es directamente afectada por la relación agua /cementante. Cuando cantidades innecesarias de agua son utilizadas en la mezcla de concreto, éstas diluyen la pasta de cemento empobreciendo la mezcla. El cemento es hidratado por el agua de hidratación Agua adicional es empleada para hacer más trabajable la mezcla en detrimento de propiedades como permeabilidad y resistencia. (Becerra, 2012).

“En conclusión, cuanto menor agua se usa, mejor característica tiene la mezcla de concreto. Para el caso específico de concreto para pavimentos se recomienda no utilizar mezclas con relaciones agua / cementantes mayores a 0.5. (Becerra, 2012).

2.2.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco

a. Trabajabilidad

Es aquel concreto que es fácil de colocar, consolidar y acabar en su estado fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los componentes no deben separarse durante el traslado y colocado. (Kosmatka et al., 2004).

El grado de la trabajabilidad que se solicita para una óptima colocación del concreto se inspecciona por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. Los componentes influyentes en la trabajabilidad del concreto son: (1) el método y la duración del transporte; (2) cantidad y características de los materiales cementantes; (3) consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o revenimiento); (4) tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos; (5) aire incluido (aire incorporado); (6) cantidad de agua; (7) temperatura del concreto y del aire y (8) aditivos. (Kosmatka et al., 2004).

b. Estabilidad

Es el desplazamiento o flujo que se origina en el concreto sin mediar la ampliación de fuerzas externas. (Pasquel, 1999).

Se mide por medio de la exudación y la segregación, evaluadas con método estándar que permiten confrontar dichas características entre varios diseños, siendo ovio que se debe buscar obtener los valores mínimos. (Pasquel, 1999).

Es interesante notar que ambos fenómenos no dependen expresamente de la demasía de agua en la mezcla sino del contenido de fino y de las propiedades adherentes de la pasta. (Pasquel, 1999).

c. Compactabilidad

Es la facilidad con la que se compacta un concreto en estado fresco. Existen varias metodologías que crean el denominado “factor de compactación”, que valora la cantidad de trabajo que se requiere para compactación total, y que consiste en el cociente entre la densidad suelta del concreto en a prueba, dividido entre la densidad del concreto compactado. (Pasquel, 1999).

d. Movilidad

Es aquel concreto que se puede desplazar con mucha facilidad, cuando se aplica el trabajo externo. Se evalúa en función de la viscosidad, cohesión de resistencia interna al corte. (Pasquel, 1999).

La viscosidad viene dada por el roce entre las capas de la pasta de cemento, la atracción es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna del corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y trasladarse dentro de la mezcla. (Pasquel, 1999).

e. Segregación

Las diferencias de consistencias entre las unidades del concreto incitan un mecanismo natural a que las partículas más pesadas asienten, pero en general la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad causa que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (Pasquel, 1999).

f. Exudación

Propiedad por la cual el agua de mezcla se aparta de la masa y remonta hacia la superficie del concreto. (Pasquel, 1999).

Es el mecanismo de sedimentación donde los sólidos se asientan dentro de la mezcla de concreto. El fenómeno está regido por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el resultado de la viscosidad y la diferencia de densidades. (Pasquel, 1999).

Es inevitable la exudación en el concreto, pues es una propiedad inherente en su estructura, luego lo importante es analizarla y controlarla en cuanto a los efectos perjudiciales que consiguiera tener. (Pasquel, 1999).

g. Contracción

En cuestión de problemas de fisuración, es una de las propiedades más importantes que acarrea con frecuencia. (Pasquel, 1999).

... la pasta de cemento obligatoriamente se contrae debido a la disminución del volumen original de agua por combinación química, y esto se le llama contracción intrínseca que es un fenómeno inalterable. (Pasquel, 1999).

Existe también otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la causante de la mayor parte de problemas de fisuración, dado que sucede tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. (Pasquel, 1999).

Es controlable este proceso ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción ocurrida. (Pasquel, 1999).

2.2.2.7. Propiedades del concreto endurecido

(Becerra, 2012)El concreto aumenta su resistencia con el tiempo. Esto se debe a que:

- Existe cemento aún por hidratar.(Becerra, 2012).
- El concreto aún conserva humedad. (Becerra, 2012).
- La temperatura del concreto se mantenga favorable. (Becerra, 2012).
- Exista espacio para la formación de los productos de la hidratación. (Becerra, 2012).

En efecto, cuando la temperatura del concreto baja por debajo de cero grados centígrados y la humedad relativa es menor a 80% el proceso de hidratación del cemento se detiene.(Becerra, 2012)

Por ello, para asegurar que el crecimiento de la resistencia del concreto aumente a edades tempranas, es necesario mantenerlo húmedo, es decir: curarlo. (Becerra, 2012).

a. Resistencia

La resistencia a compresión ($f'c$) es la resistencia a 28 días a carga axial lograda en especímenes de concreto. Se pueden emplear otras edades como mecanismos de control de la ganancia de resistencia, siendo por ejemplo a 7 días la que representa aproximadamente el 75% de la resistencia a 28 días. (Becerra, 2012).

Para su empleo en pavimentos, dado que la resistencia a compresión es mucho más simple de medir y controlar en campo, se recomienda el empleo de correlaciones respecto a $f'c$ a fin de facilitar y hacer más confiable el trabajo. (Becerra, 2012).

b. Permeabilidad

A menos a/c se obtienen mezclas menos permeables. La disminución de la permeabilidad aumenta la resistencia a los ciclos de hielo – deshielo, la penetración de sustancias dañinas como cloruros y sulfatos, entre otros. (Becerra, 2012).

c. Resistencia a la abrasión

Los pavimentos de concreto son estructuras que están sometidas a gran desgaste superficial. Existen pruebas que indican que la resistencia a la abrasión está directamente relacionada con el aguante a la compresión del concreto. La compresión a la que resiste depende de la relación a/c y la calidad del curado. Asimismo, el tipo de agregado tiene implicancia en la resistencia al desgaste. (Becerra, 2012).

d. Fisuración o agrietamiento

(Becerra, 2012). Las principales causas de la fisuración en el concreto para pavimentos son:

- Las tensiones por la aplicación de las cargas vehiculares, recordemos que existen zonas críticas: borde exterior en el centro de la losa, y borde exterior cercano a la junta. (Becerra, 2012).
- Las tensiones resultantes de la contracción por secado del concreto, así como por los cambios volumétricos en las losas. (Becerra, 2012).

Para controlar la fisuración de un pavimento se requiere por lo tanto un sistema eficiente de juntas y un diseño de mezcla que contenga el menor contenido de cemento para la resistencia especificada. (Becerra, 2012).

e. Durabilidad

Es la habilidad del concreto a resistir el efecto del medio ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades en el tiempo. Se recomienda emplear mezclas con a/c menores a 0.5 (o su equivalente de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$). (Becerra, 2012).

El empleo de aire incluido (4 – 6%) y fibras mejora el comportamiento del concreto en el tiempo. (Becerra, 2012).

2.2.2.8. Curado de Concreto

El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a 7 días.(MTC, 2013).

a. Curado con productos químicos que forman película impermeable

Cuando el curado se realice con componentes de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvias, el producto deberá aplicarse antes de cumplirse dicho plazo.(MTC, 2013).

2.2.2.9. Apertura al tránsito

El pavimento se abrirá al servicio cuando el concreto haya alcanzado una resistencia del 80% de la especificada a 28 días y se haya procedido al sellado de juntas, las cuales también deben de ser capaces de funcionar correctamente en ese momento para evitar problemas con las contracciones y humedad del pavimento.(MTC, 2013).

2.2.3. Concreto Fast Track

Es un hormigón inicialmente desarrollado en EE.UU., debido a la necesidad de mantener habilitado el tránsito de las principales avenidas rutas y autopistas. Se han desarrollado

técnicas de trabajo que permitan la reparación y/o decapado de un pavimento en un tiempo mínimo.(Sánchez, 2007).

Este hormigón requiere de altas resistencias iniciales de tal manera que minimice los tiempos de curado, aserrado, sellado y habilitación. Las condiciones climáticas son fundamentales para estudiar una dosificación que cumpla con estos requerimientos.(Flores & Apaza, 2009).

Es aquel concreto diseñado fundamentalmente para permitir una fácil colocación y excelente progreso de resistencias mecánicas iniciales, permitiendo habilitar su uso después de 24 horas de su colocación.(Cemex, 2013).

2.2.3.1. Características del concreto Fast Track.

Típicamente, son hormigones de buena resistencia, con contenidos unitarios de cemento relativamente elevados (360 – 450 Kg. /m³). El tipo de cemento que se puede utilizar es el cemento de alta resistencia inicial, con relación agua/cemento baja, inferior a 0.42. (Flores & Apaza, 2009).

En el caso de requerirse habilitación temprana, es conveniente apelar a incrementos en la madurez y no provocar aumentos excesivos en el contenido de cemento para no inducir excesivas contracciones que pudieran afectar la adherencia. (Flores & Apaza, 2009).

Tabla 10
Características del concreto Fast Track

Descripción	Unidad	Características	Tolerancias
Código		P-050 – Y- W- 28 – 18 – 1 – 3 - 530	
Norma		P	

Resistencias de especificación a la flexión (XXX)	kg/cm ²	50	
Tamaño máximo de la grava (y)*	pulgada (milímetro)	4= 11/2 (38,1) 5= 1 (25,4) 2= 3/4 (19)	
Edad de especificación inicial	Horas	24	
Edad de especificación final	Días	28	
Inicial (24 horas) flexión	%	>= 70 % Módulo de rotura	
final (28 días) flexión	%	>= 100 % Módulo de rotura	
Asentamiento de diseño antes de adicionado el acelerante	cm	15 a 16,25	
Asentamiento de diseño después de adicionado el acelerante	cm	18,0	+ - 2.5
Variante		304	
Tiempo de manejabilidad luego de dosificado el acelerante	horas	Clima frío: 1.5 Clima cálido: 1.0	+ - 0.5
Tiempos de fraguado	horas	Inicial Clima frío= 5 Clima cálido= 3 Final Clima frío=7 Clima cálido= 5	+ - 1.5
Densidad	kg/m ³	2200 a 2550	
Contenido de aire	%	2	

Nota: Fuente: Catalogo soluciones CEMEX

2.2.3.2. Curado del concreto Fast Track

Luego del acabado de la superficie, y con la finalidad de controlar las pérdidas de humedad y permitir que se originen las reacciones de hidratación, para el aumento de resistencia y el desarrollo de adherencia se debe hacer el curado del concreto.(Osorio, 2011).

Se debe utilizar un buen producto que proteja superficialmente el concreto. Dicho producto debe ser aplicado diligentemente a fin de no dejar ningún sector descubierto. Para la colocación de hormigón Fast Track en ambientes con bajas temperaturas debe completarse el curado colocando cobertores aislantes que retengan el calor de la hidratación con la finalidad de apresurar el desarrollo de la resistencia. Los cortes de las juntas a las distancias determinadas en el proyecto deben hacerse tan pronto como la consistencia del hormigón permita llevarlos a cabo sin que produzcan desprendimientos en las aristas. (Osorio, 2011).

El curado del concreto Fast Track se hará con membranas de curado, mayormente son aditivos o ya sea con mantas térmicas. (Osorio, 2011).

2.2.3.3. Beneficios del concreto Fast Track

- Reparaciones o construcción de pavimentos que se desea habilitar para su uso después de 24 horas.(Cemex, 2013).
- Construcción y reparación de avenidas importantes en zonas de alto tránsito. (Cemex, 2013).
- Reparación de losas en instalaciones de servicios (líneas de gas, fibra óptica, agua, etc.). (Cemex, 2013).
- Construcción y reparación de plataformas aéreas. (Cemex, 2013).

2.2.3.4. Recomendaciones para su construcción

La pavimentación utilizando hormigón Fast Track requiere proyectar la sucesión de construcción, pues el margen de error aceptable es mucho menor que el del hormigón convencional. Se acostumbra efectuar vaciados de prueba como entrenamiento de los trabajadores para que se familiaricen con las características de este producto. (Osorio, 2011).

Una de las condiciones más importantes para lograr buenos resultados es contar con una empresa productora de hormigón que tenga la capacidad de proveer en forma constante los volúmenes previstos para el avance de la obra. (Osorio, 2011).

Mantener un suministro de hormigón de entre 50 y 60 m³ /hora permite otorgar mejores condiciones a los trabajos adicionales como la compactación, la consolidación del hormigón y el corte de juntas de contracción. Los equipos y materiales para el sellado de las juntas de los hormigones Fast Track son los convencionales que se utilizan en un pavimento de hormigón. (Osorio, 2011).

En el aserrado de juntas de contracción no mandan los plazos generalmente aceptados en pavimentos tradicionales. El lapso solicitado para efectuar la operación de aserrado depende del proceso de endurecimiento de la calidad de cemento y de las condicionales ambientales en el momento de la colocación. (Osorio, 2011).

El sellado de las juntas en el hormigón Fast Track se efectúa más rápidamente que en los pavimentos convencionales dado que la ganancia de resistencia inicial es mayor. Además, por la menor relación agua/material cementante se reduce la humedad de las paredes laterales de la junta, lo cual es requisito de algunos productos de sellado. (Osorio, 2011).

2.2.3.5. Precauciones

- Se debe controlar de manera adecuada la adición de aditivo acelerante en el mixer antes de ser utilizado. Para cumplimiento de la especificación, el aditivo acelerante debe ser incorporado máximo a los 15 minutos siguientes de la llegada de la mezcladora a la obra. (Cemex, 2013).
- La apertura al tráfico a las 24 horas con la resistencia de diseño debe ser aprobada con el diseñador. (Cemex, 2013).
- Medición de las resistencias iniciales con el Método de la Madurez del concreto. (Cemex, 2013).
- El concreto que haya empezado el proceso de fraguado no debe vibrarse, mezclarse, ni utilizarse en caso de demoras en obra. (Cemex, 2013).
- Antes de que transcurra 30 minutos después del desmolde debe iniciarse el curado. Éstas deben estar completamente sumergidas y se deben ensayar. (Cemex, 2013).
- El criterio de aceptación y rechazo del producto en la obra es el asentamiento, por lo tanto, se debe medir para cada viaje, dentro de los 15 minutos siguientes de la llegada del mixer a la obra. El asentamiento debe medirse antes y después de ser aplicado el aditivo acelerante. (Cemex, 2013).
- Se debe cumplir con las normas, prácticas y recomendaciones existentes para los procedimientos de colocación, vibrado, manejo, curado, protección y control del concreto en obra. (Cemex, 2013).
- Cualquier adición de agua, cemento u otro aditivo en obra alterará su diseño. (Cemex, 2013).

2.2.4. Aditivos

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se destine.(Abanto, 2008).

Desde la década de 1930, el uso de aditivos en el concreto se ha divulgado, pero no es hasta la década de 1970 cuando su uso se aumentó significativamente, sin embargo, en el Perú su uso aún no es divulgado a pesar del aumento registrado en la pasada década.(Portugal, 2007).

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con la finalidad de adecuarlo a las condiciones especiales del pavimento por construir.(MTC, 2013).

(MTC, 2013) Los aditivos por usar pueden ser los siguientes:

- Inclusiones de aire, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 260. El agente inclusor de aire deberá ser compatible con cualquier aditivo reductor de agua que se utilice. (MTC, 2013).
- Aditivos químicos, que pueden ser reductores de agua, acelerantes y retardantes de fraguado, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 494, incluyendo el ensayo de resistencia a la flexión. Los aditivos reductores de agua se deberán incorporar en la mezcla separadamente de los inclusiones de aire, de conformidad con las instrucciones del fabricante. (MTC, 2013).

2.2.4.1. Clasificación según norma

(Portugal, 2007) Los aditivos plastificantes y superplastificantes han sido catalogados según la norma ASTM C-494, donde se hallan mezclados con la acción de aditivos reductores y aceleradores de fragua, en la siguiente tabla se muestra los diferentes tipos:

Tabla 11

Tipos de aditivos químicos según norma ASTM C 494

Tipo	Características
A	Actúan como reductores de agua.
B	Actúan como retardadores del tiempo de fraguado.
C	Actúan como acelerantes.
D	Actúan como reductores de agua y retardadores de fragua.
E	Actúan como reductores de agua y acelerantes.
F	Actúan como reductores de agua de alto rango.
G	Actúan como reductores de agua de alto rango y retardadores.

Nota: Fuente: Tecnología de concreto de alto desempeño. (Portugal, 2007).

A diferencia de los plastificantes (tipos A, D y E), los superplastificantes (tipos F y G) pueden reducir el contenido de agua de una mezcla hasta un orden del 40%. (Portugal, 2007).

2.2.4.2. Formas de uso

(Portugal, 2007) Los aditivos superplastificantes pueden ser usados para tres funciones principales:

a. Incrementar la trabajabilidad (función superplastificante)

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento, relación agua/cemento, y cantidad de cemento específicos, el aditivo se adiciona para incrementar la trabajabilidad de la mezcla, sin cambiar otra particularidad del diseño de mezcla, dependiendo de la cantidad y tipo de aditivo en la prueba de cono de Abrams, el slump puede ser incrementado de manera considerable. (Portugal, 2007).

b. Incrementar la resistencia (Función reductor de agua)

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento y cantidad de cemento definidos, el aditivo se utiliza para encontrar la cantidad de agua + aditivo que producirá el slump deseado; según la cantidad y tipo de aditivo, la disminución de agua puede llegar hasta el orden del 40%, con el consiguiente aumento de resistencia, dada la menor relación agua/cemento; esta función es usada para producir concretos de alta resistencia. (Portugal, 2007).

c. Reducir la cantidad de cemento

Dada una mezcla de concreto con una relación agua/cemento, slump y cantidad de cemento definidos, el aditivo se usa para reducir la cantidad de agua, manteniendo constante la relación agua/cemento, con la consiguiente reducción de la cantidad de cemento; esta función ha sido muy usada, sin embargo, no es muy recomendada emplearla para reducir al máximo la cantidad de cemento, dada la reducción en la durabilidad del concreto; si bien puede conseguirse ahorros de hasta el 30% del contenido del cemento, en un análisis de los costos puede ser anti-económico por el mayor uso de aditivo. (Portugal, 2007).

2.2.4.3. Aditivos usados en la investigación

Durante la investigación se utilizó tres diferentes aditivos, acelerante de fragua, superplastificantes y curador de concreto.

a. Master Glenium CCS 3800

MasterGlenium SCC 3800 es un aditivo reductor de agua de alto rango listo para usarse, corresponde a una nueva generación de aditivos registrados basados en la tecnología del policarboxilato. (Master, 2016).

El uso del aditivo MasterGlenium SCC 3800 suministra características de fraguado más rápidas como asimismo mejora la resistencia a la compresión inicial. (Master, 2016).

MasterGlenium SCC 3800 cumple con las exigencias de la norma provisional ASTM C494 /C494 M para aditivos Tipo A, (reductores de agua), y tipo F (reductores de agua de alto rango). (Master, 2016).

- **Usos recomendados**

- Concretos que demandan una reducción de agua entre 5 a 40%. (Master, 2016).
- Aplicaciones donde la inspección de manejabilidad y tiempos de fraguado sea crítica. (Master, 2016).
- Concretos que demandan una fluidez elevada, mayor estabilidad, alta resistencia inicial y final y durabilidad (prefabricados, reparaciones de pavimentos de fast-track). (Master, 2016).

- **Características**

- Excelente desarrollo de resistencia inicial. (Master, 2016).
- Apropiado control de fraguado. (Master, 2016).
- Optimiza la relación de retención de asentamiento / fraguado. (Master, 2016).
- Mantiene el aire incorporado consistente. (Master, 2016).
- Flexibilidad en la dosificación. (Master, 2016).

- **Ventajas**

- Menor contenido de agua para una determinada manejabilidad. (Master, 2016).
- Rheología controlada. (Master, 2016).
- Desarrollo de resistencias iniciales altas. (Master, 2016).
- Produce concretos cohesivos y sin segregación. (Master, 2016).

- Incrementa la productividad de las operaciones de prefabricados. (Master, 2016).
- Desencofrado más rápido debido al desarrollo acelerado de resistencia temprana. (Master, 2016).
- Reduce costos de mano de obra en acabado debido a la optimización de los tiempos de fraguado. (Master, 2016).
- Minimiza la necesidad de ajuste de asentamiento en la obra. (Master, 2016).
- Disminución del concreto rechazado. (Master, 2016).
- Optimiza el costo de las mezclas de concreto. (Master, 2016).

b. Master_X-seed_100

MasterX-Seed 100 es una suspensión de nanopartículas de CSH que actúan como núcleo de cristalización facilitando la formación acelerada de gel CSH en la solución. (Master, 2014).

MasterX-Seed 100 ha sido especialmente creado para desarrollar el proceso de hidratación del cemento a edades tempranas (6-12h). (Master, 2014).

MasterX-Seed 100 beneficia la obtención de resistencias iniciales del hormigón a cualquier temperatura incluso con curado térmico. (Master, 2014).

MasterX-Seed 100 aporta juntamente un efecto inhibidor de corrosión que preserva las estructuras de hormigón armado contra el ataque por cloruros u otros agentes agresivos que actúan como promotores de la oxidación de las armaduras. (Master, 2014).

- Campo de aplicación

MasterX-Seed 100 está recomendado para cualquier tipo de hormigón y especialmente para elementos estructurales dónde se requieran muy altas resistencias iniciales. MasterX-

Seed 100 es una opción a los métodos tradicionales de curado y destaca por sus prestaciones con temperaturas muy bajas y cementos con poco clinker y baja clase resistente. (Master, 2014).

- **Características y beneficios**

MasterX-Seed 100 ofrece los siguientes beneficios:

- Muy altas resistencias iniciales a cualquier temperatura inclusive con curado térmico. (Master, 2014).
- Flexibilidad en la capacidad de elaboración y optimización de fábrica. (Master, 2014).
- Aumenta los períodos de producción (posibilidad de doblar producción). (Master, 2014).
- Mayor rendimiento de los encofrados por mayor rotación. (Master, 2014).
- Reducción/eliminación del curado térmico. (Master, 2014).
- Eliminación del coste de instalaciones de curado y su mantenimiento. (Master, 2014).
- Admite usar la cantidad mínima de cemento necesaria. (Master, 2014).
- Permite el uso de cementos con menor cantidad de clinker y menor clase resistente, así como el uso de adiciones. (Master, 2014).
- Actúa como inhibidor de corrosión, incrementando la durabilidad de la estructura. (Master, 2014).

c. Sika Antisol S

Sika Antisol S es un agente de curado líquido aplicado con aerosol y listo para usar para prevenir la pérdida de agua de la superficie del concreto recién colocado. Formando un sello tipo microcristalino en los poros del concreto que reduce la tasa de evaporación de la

humedad de la mezcla de concreto. La adhesión de los métodos posteriores a la superficie del hormigón no se ve afectada.(Sika, 2019).

- **Usos**

- Mejora la apariencia de la superficie del acabado.
- Reduce el agrietamiento.
- Colabora en alcanzar la fortaleza necesaria.
- Reduce el encogimiento.
- Controla la hidratación del cemento.
- Reduce la formación de polvo.
- Permeabilidad del hormigón reducida.
- Aplaca otros altos costos de curado.
- La adhesión de los procedimientos posteriores a la superficie del hormigón no se ve afectada.

2.2.5. Procedimiento estadístico

2.2.5.1. Prueba de hipótesis

Son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado(R. Hernández, C. Fernández, 2010).

(R. Hernández, C. Fernández, 2010)indica que la prueba de hipótesis se realiza mediante procedimiento sistemático que consta de cinco pasos.

- Plantear la hipótesis nula e hipótesis alternativa.
- Establecer el nivel de significancia.

- Identificar el estadístico de prueba
- Formular la regla de decisión
- Tomar decisión (se rechaza la H_0 nula, no se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta H_1)

2.2.5.2. Selección del test

Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable. Así mismo La prueba t se basa en una distribución muestral o poblacional de diferencia de medias conocida como la distribución t de Student que se identifica por los grados de libertad, los cuales constituyen el número de maneras en que los datos pueden variar libremente (R. Hernández, C. Fernández, 2010).

Deben cumplir los siguientes requisitos.

- Datos distribuidos según una distribución normal en cada grupo
- Las varianzas de las dos muestras han de ser iguales
- Muestras independientes y menores a 30

Las hipótesis pueden presentarse de tres maneras.

a. Hipótesis de dos colas

La hipótesis instituye que existen diferencias entre las medias de los dos grupos considerados, sin suponer cuál de las dos medias es mayor que la otra.

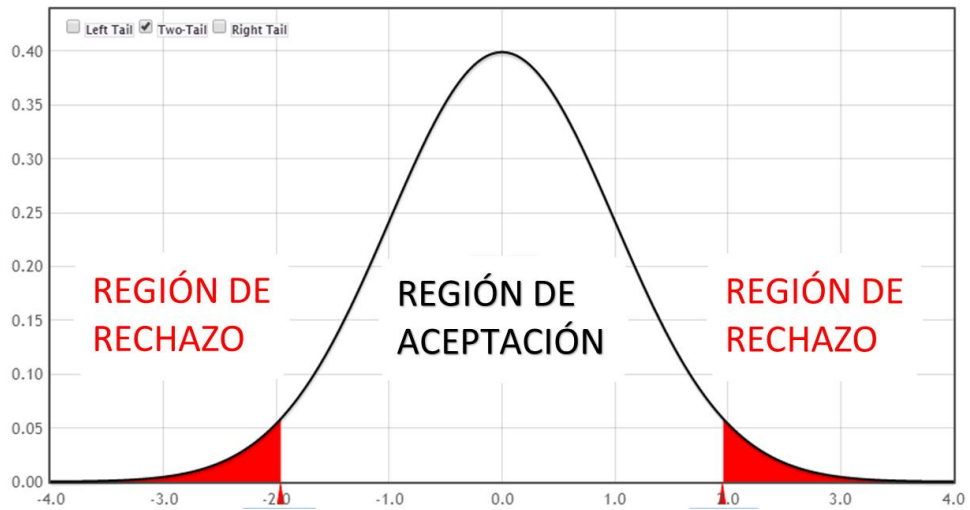


Figura 6 Curva de distribución para hipótesis de dos colas $H_1: \mu_{\bar{X}_{CP}} \neq \mu_{\bar{X}_{AQ}} \rightarrow H_0: \mu_{\bar{X}_{CP}} = \mu_{\bar{X}_{AQ}}$
 Fuente: StatKey.com-Theoretical Distribution

b. Hipótesis de una cola

La hipótesis de una cola supone que existe diferencia, entre las medias de los dos grupos, estableciendo que una de las muestras es mayor que la otra.

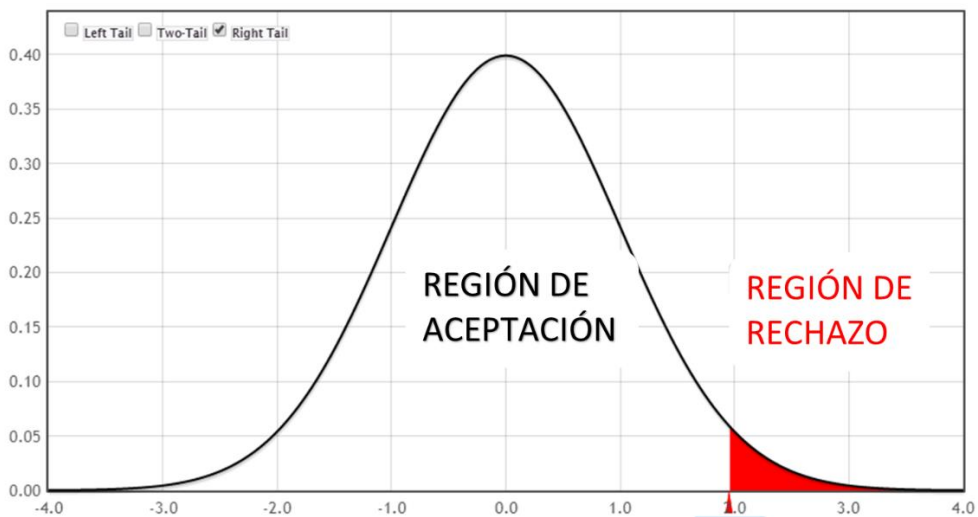


Figura 7 Curva de Distribución para hipótesis de una cola a la derecha $H_1: \mu_{\bar{X}_{CP}} > \mu_{\bar{X}_{AQ}} \rightarrow H_0: \mu_{\bar{X}_{CP}} \leq \mu_{\bar{X}_{AQ}}$
 Fuente: StatKey.com-Theoretical Distribution

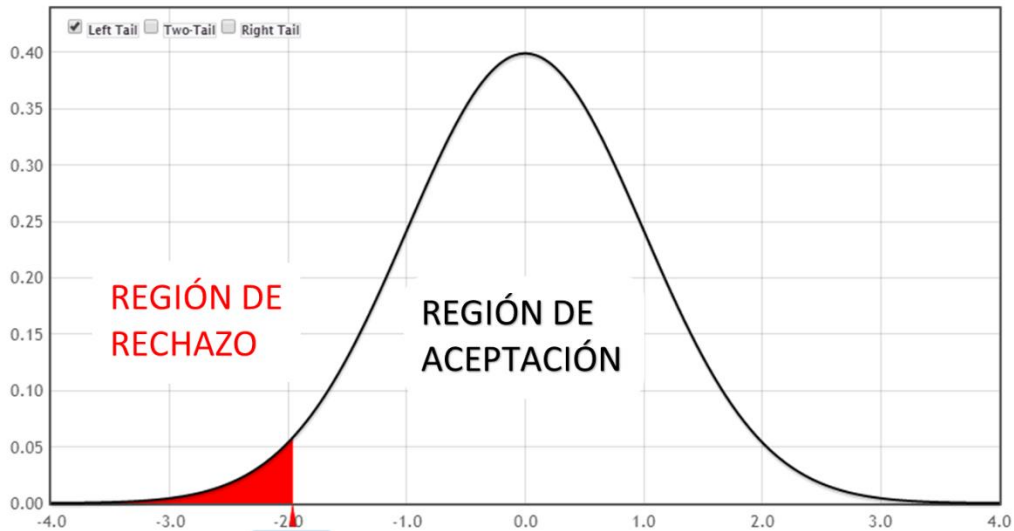


Figura 8 Curva de Distribución para hipótesis de una cola a la Izquierda $H_1: \mu\bar{X}_{CP} < \mu\bar{X}_{AQ}$
 $\rightarrow H_0: \mu\bar{X}_{CP} \geq \mu\bar{X}_{AQ}$

Fuente: StatKey.com-Theoretical Distribution

Procedimiento de calculo

El estadístico de prueba para una distribución t-student con $(n_1+n_2) - 2$ grados de libertad es el siguiente:

$$t_p = \frac{\mu\bar{X}_{cp} - \mu\bar{X}_{aq}}{s_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Donde:

$\mu\bar{X}_{cp}$ = media de la resistencia a la compresión del concreto patrón.

$\mu\bar{X}_{aq}$ = Medias de las resistencias a compresión del concreto con adición de aditivo químico en 2%, 3% y 4%.

A continuación, se mide la significación del estadístico t_p , comparando ese valor con el valor de un estadístico t_{tabla} que se obtiene mirando las tablas correspondientes. Para identificar el t_{tabla} que nos corresponde, se debe tener en cuenta el número de colas que tiene nuestra hipótesis (una cola o dos colas), en el nivel de significación (α) con el que

pretendemos rechazar la hipótesis nula; y en los grados de libertad del test $(n_1 + n_2) - 2$ (Universidad de Alcalá, 2005).

- Si $t_p < t_{tabla}$ se acepta H_0 y se rechaza H_1 (las medias son iguales)
- Si $t_p \geq t_{tabla}$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 (las medias son diferentes)

Capítulo III. Vías y sistema de transporte en la ciudad de Juliaca

3.1. Infraestructura vial de la ciudad de Juliaca.

(MPSRJ - Plan Director, 2016) La construcción de las redes viales, se ha caracterizado en las tres últimas décadas por ir a la saga de los procesos de ocupación del suelo urbano, particularmente en los sectores periféricos de la ciudad, sujetos a especulación y expansión descontrolada. El resultado de esta precaria forma de ocupación, ha producido una ciudad que presenta:

- Graves problemas de movilidad y de accesibilidad a las zonas periféricas. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Problemas de contaminación por polvo y continuos aniegos, principalmente en las vías de las zonas periféricas. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Problemas auditivos y sonoros. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Infraestructura vial paupérrima en el Centro de la Ciudad y en las zonas periferia deficiente grado de consolidación. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Uno de los problemas más sentidos por los habitantes de Juliaca es la dificultad de movilización intraurbana, debido a la baja calidad del soporte vial y al desorden urbano generalizado por la superposición de diversas actividades y modos de transporte en un mismo espacio urbano. (MPSRJ - Plan Director, 2016)

El deficiente estado de conservación de las vías y la diversidad de materiales empleados en la pavimentación, ha determinado la baja calidad física del soporte vial actual. (MPSRJ - Plan Director, 2016)

(MPSRJ - Plan Director, 2016) Asimismo, existe un predominio de vías en mal estado de conservación, debido a:

- La cantidad de flujo vehicular y el volumen de carga que soportan. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- La falta de un mantenimiento adecuado. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- La superficialidad de la napa freática. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- La falta de recursos económicos que no permite realizar un mantenimiento. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- periódico y/o construir las actuales vías de tierra. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Tabla 12
Grado de consolidación de infraestructura vial

Grado de consolidación	Longitud (Mts)	%
Vías pavimentadas	144 232.50	13.57
Vías afirmadas	918 343.81	86.43
Total	1 062 576.31	100

Nota: Fuente: Plan director 2016 – MPSRJ (PDU, 2016)

La infraestructura Vial en la Ciudad de Juliaca del total de 1062.58 Km. Solo el 13.57% se encuentra en condiciones aceptables de ser utilizadas por el Transporte, la diferencia se encuentra en esta de Trocha, y en temporadas de lluvia estas vías que no están consolidadas se convierten en zonas peligrosas propensas a accidentes de Tránsito. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Tabla 13

Estado de conservación de la infraestructura vial

Estado de Conservación	Longitud (Mts)	%
Vías en buen estado	124 333.77	86.20
Vías en mal estado	19 898.73	13.80
Total	144 232.50	100

Nota: Fuente: Plan director 2016 – MPSRJ (PDU, 2016)

3.1.1. Sistema vial actual

La ciudad se estructura y forma como respuesta, tanto a elementos naturales como artificiales, en ésta última las vías actúan como elementos definidores de la morfología urbana. Precisamente, la estructura urbana actual de Juliaca se sustenta en los ejes viales de primer orden (las salidas a Arequipa, Cuzco, Lampa, Puno y Huancané).(MPSRJ - Plan Director, 2016).

El deficiente estado de conservación de las vías y la diversidad de materiales empleados en la pavimentación, ha determinado la baja calidad física del soporte vial actual. Los datos muestran que en general, predominan las vías no afirmadas o de tierra, seguido de las de concreto y afirmadas, las vías asfaltadas y en escaso número las imprimadas. Asimismo, existe un predominio de vías en mal estado de conservación, debido a: la cantidad de flujo vehicular y el volumen de carga que soportan; la falta de un mantenimiento adecuado; la superficialidad de la Napa freática, y principalmente, por la falta de recursos económicos

que no permite realizar un mantenimiento periódico y/o construir las actuales vías de tierra. Así se tiene que, del total de vías existentes en Juliaca, sólo el 10% está en condiciones de ser utilizadas óptimamente. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.1.1.1. Sistema vial principal

a. Vía regional Nacional

Son aquellas vías de interconexión con las zonas a nivel provincial, regional, nacional e Internacional, de tránsito, de acceso por la ciudad con pasos totalmente controlados, mediante intercambios viales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Circulación rápida de tráfico de larga distancia, donde no existe acceso peatonal o frontal, exclusivo para unidades pesados, fundamentalmente viajes de paso, flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se admite el tráfico de vehículos menores, bicicletas, transporte de peatones ni estacionamientos. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

b. Vías principales

Son aquellas vías que se articulan a las vías regionales y nacionales, permitiendo la accesibilidad y facilidad del tráfico dentro de la ciudad. Son aquellas que constituyen los principales flujos de transporte de la ciudad de Juliaca. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

- Características de flujo

En estas vías no debe haber interrupciones en el flujo de tráfico. En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser armonizados para minimizar las interrupciones al flujo directo. Los peatones deben atravesar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados fundamentalmente diseñados para el acceso de peatones. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

- **Tipos de vehículos**

Las vías de primer orden que son usadas por vehículos de transporte privado, público, así como ciclo vías. No se acepta vehículos pesados y para el transporte colectivo de pasajeros se admite el servicio con un procedimiento especial en vías exclusivas o carriles segregados y con paraderos e intercambios apropiadamente trazados. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

- **Sistema vial secundario**

Son vías netamente urbano que en conjunto determinan una malla que articula al sistema vial primario y que permiten la accesibilidad y fluidez del tráfico al interior de los sectores urbanos. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Constituye el soporte básico para el transporte masivo y privado a las zonas residenciales, comerciales, industriales y recreacionales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Entre las vías secundarios tenemos:

- Vías colectoras. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Vías locales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Vías peatonales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Vías vecinales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Secciones viales. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2. Sistema de transporte urbano

El Sistema de Transporte Urbano lo regula directamente la Municipalidad Provincial de San Román, al año 2015 se tiene registrado en la Sub gerencia de Transporte de la MPSR-J un total de 130 empresas de diferentes rubros y 2798 vehículos que brindan el servicio de transporte. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

En 2011 el parque automotor de la región Puno alcanzó el 5% del total nacional, con 98 791 unidades, de las cuales 69 154 operaban en Juliaca, contando automóviles camionetas pickup, camiones, camionetas, ómnibus y en menor número, tractores, volquetes, etc.(MPSRJ - Plan Director, 2016).

Tabla 14

Proyección de parque vehicular estimado según departamento (PDU, 2016)

Región o departamento	2012	2013	Tasa promedio anual
Amazonas	2400	2520	5.0
Ancach	25 418	26 678	5.0
Apurímac	4 030	4 238	4.9
Arequipa	134 533	141 037	4.8
Ayacucho	5 941	6 231	4.9
Cajamarca	19 673	20 696	5.2
Cusco	53 675	58 295	4.9
Huancavelica	1 323	1 386	4.8
Huanuco	13 476	14 112	4.7
Ica	26 551	27 758	4.5
Junín	56 237	58 949	4.8
La libertad	167 325	175 248	4.7
Lambayeque	53 901	56 532	4.9
Lima	1 395 576	1 462 143	4.8
Loreto	5 313	5 573	4.9
Madre de Dios	1 062	1 115	5.0
Moquegua	14 608	15 316	4.8
Pasco	7 238	7 589	4.9
Piura	42 404	44 464	4.9
Puno	40 543	42 786	5.5
San Martín	10 926	11 494	5.2
Tacna	44 430	46 499	4.7
Tumbes	4 257	3 420	5.0
Ucayali	7 987	8 393	5.5

Nota: Nota: Fuente: Plan director 2016 – MPSRJ (PDU, 2016)

Tabla 15

Cuadro de Empresas Y Asociaciones que Prestan el Servicio de Transporte al 2015 (PDU, 2016)

N°	Empresa de transporte y asociación por tipo de servicio	Cant. empresa	Cant. vehículos
1	Empresa de servicio urbano masivo	7	379
2	Empresa de servicio urbano combis	31	1187

3	Empresa y asoc. de servicio en taxi	33	487
4	Empresa de servicio inter urbano	25	353
5	Asociaciones de servicio transporte de carga y mudanza	7	32
6	Asociaciones de servicio de transporte de ladrilleros	8	95
7	Asociaciones de servicio de transporte de volqueteros	13	231
8	Empresa de servicio de movilidad escolar/estudiantes	5	31
9	Transporte especial de trabajadores	1	3
Total		130	2798

Nota: Fuente: Plan director 2016 – MPSRJ (PDU, 2016)

A pesar de la gran oferta de vehículos para el transporte público, ésta se concentra en el Área Central de la ciudad, quedando las áreas periféricas fuera de estos radios de alcance, especialmente de los vehículos menores. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1. Transporte urbano

La municipalidad a través de la Sub Gerencia de Transporte y Circulación Vial, regula el servicio de transporte urbano que se divide en transporte urbano masivo constituido por los minibuses y transporte urbano combi, que brindan el servicio de traslado de la población de las zonas periféricas hacia el centro urbano consolidada de la ciudad e Juliaca. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1.1. Transporte urbano masivo

Actualmente el Transporte Urbano Masivo se encuentra registrado un Total de 7 empresas que brindan este servicio en su condición de operativo y una cantidad de vehículos de 379 según reporte de emitido por el Departamento de Transporte Urbano de la Sub gerencia de Transporte y Circulación Vial de la MPSR-J. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Las horas punta donde se congestiona el Trafico se da desde las 4:30 pasado el meridiano a las 6:00 pasado el meridiano, son intransitables para vehículos motorizados. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

El caos está originado por el estacionamiento en ambos lados de las calles de vehículos motorizados de los propietarios de tiendas y casas. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

También uno de los aspectos generadores del este caos vehicular es el estado de las vías y las Calles que no se encuentran consolidadas. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1.2. Transporte urbano combi

Actualmente el número de empresas que brindan el servicio de Transporte Urbano Combi se encuentra registrado un Total de 31 empresas en su condición de operativo, 5 empresas se encuentran inoperativas y/o cancelado, y una cantidad de vehículos de 1187. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Según el plano de Ruta actualmente existen vías que no soportan la cantidad de vehículos tipo Combi, existen vías donde circulan hasta 28 empresas de transporte sin contar con los vehículos privados y vehículos menores. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1.3. Transporte urbano taxi

Actualmente el número de empresas que brindan el servicio de Transporte Urbano de Taxis se encuentra registrado un Total de 33 empresas en su condición de operativo, y una cantidad de vehículos de 473 según reporte de emitido por el Departamento de Transporte Urbano de la Sub gerencia de Transporte y Circulación Vial de la MPSR-J. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Así mismo la demanda de este tipo de servicio de taxi es relativamente moderada, debido a la proliferación de vehículos menores denominados Mototaxi. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1.4. Vehículos de transporte urbano menores

Actualmente el número de empresas que brindan el servicio de Transporte Urbano de Mototaxis se encuentra registrado un Total de 71 empresas en su condición de operativo, y una cantidad de 2655 vehículos según reporte de emitido por el Departamento de Transporte Urbano de la Sub gerencia de Transporte y Circulación Vial de la MPSR-J. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Según las autoridades de Transportes de la MPSR-J manifiestan que en la ciudad de Juliaca cuenta con más de 20 mil transportistas de vehículos menores (mototaxis y triciclos), de los cuales un 90% son informales, las razones por las que existe tanta informalidad dentro de la ciudad de Juliaca se deben a la migración constante de la población rural a la ciudad. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.1.5. Transporte de servicios especiales

- Servicio de carga y mudanza. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Servicio de traslado de ladrilleras. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Servicio de transporte de material de construcción. (MPSRJ - Plan Director, 2016).
- Servicio de transporte de estudiantes y trabajadores. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

3.2.2. Congestión en el transporte urbano

La existencia de un número excesivo de vehículos de transporte público contribuye a agravar la congestión, como se observa en la ciudad de Juliaca, según estudio de campo, las

vías principales locales de primer orden, donde se concentran el movimiento económico mayor soportan un rango de 100 a 900 vehículos por hora, entre motorizados y no motorizados. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Este volumen combinado de transporte motorizado y no motorizado por las principales vías de la ciudad, ha originado los conocidos y serios problemas de congestión, sobre todo en el Área Central. (MPSRJ - Plan Director, 2016).

Capítulo IV. Metodología

4.1. Tipo de investigación

Según el propósito de la investigación es: básica, ya que se generan nuevos conocimientos para mejorar la resistencia del concreto a edades tempranas, con adición de aditivos químicos (R. Hernández, C. Fernández, 2010).

También según la naturaleza de la investigación es: experimental, ya que se manipula el factor causal, que en este caso es la variable independiente (aditivo acelerante de fragua) para determinar posteriormente el efecto en la variable dependiente en este caso la resistencia a la compresión (Canales, Alvarado, & Pineda, n.d.)

4.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación de la presente tesis es experimental, en cual se resumen en la siguiente figura.

Figura 9. Diagrama de la investigación



Fuente: Elaboración propia

4.3. Operacionalización de variables

Las variables dependientes e independientes que se consideró en la presente investigación, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16
Cuadro de operacionalización de variables

Variab les	Indicadores	Valores Finales	Tipo de Variable
<i>Independiente</i>			
Aditivos químicos	Acelerante de fragua	%	Continua
<i>Dependiente</i>			
Concreto tipo fast track	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	Ordinal

Nota: Fuente: Elaboración propia

4.4. Población y muestra

4.4.1. Población

La población está conformada por los especímenes de concreto tipo fast track, debido a que estas son las unidades de estudio; así mismo para la delimitación poblacional se consideró los siguientes criterios de inclusión y exclusión que las siguientes:

- Resistencia a compresión supuesta: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Aditivo superplastificante: Master Glenium SSC 3800
- Aditivo acelerante: Mater X -Seed 100
- Aditivo para el curado del concreto: Sika Antisol S
- Agregados para concreto: SURUPANA S.A.C. (agregado procesado) y el agregado fino cantera ISLA (agregado natural).

La población se considera infinita porque tiene un número extremadamente grande de componentes; se puede decir que se debería de procesar especímenes de manera ilimitada, dependiendo estas netamente de factores como el presupuesto y el tiempo.

4.4.2. Muestra

La muestra de la investigación es de tipo prospectivo - analítico ya que se manipulan las variables de estudio, para luego realizar las comparaciones de los resultados obtenidos.

4.4.2.1. Cálculo de la muestra para población infinita

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n = muestra

Z = nivel de confianza

p = probabilidad a favor

q = probabilidad en contra

e = margen de error permitido

a. Muestras para resistencia a la compresión

Se realizó 63 unidades de especímenes para los tres tipos de diseño, y estas a su vez se dividen de la siguiente manera:

Tabla 17
Resumen de cantidades de briquetas a elaborar

Tipo de diseño	Ensayo a edades				
	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días
Diseño N°01 (AC 2% + SP 0.5%)	9	3	3	3	3
Diseño N°02 (AC 3% + SP 0.5%)	9	3	3	3	3
Diseño N°03 (AC 4% + SP 0.5%)	9	3	3	3	3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Se calcula la cantidad de 9 especímenes, para la determinación de la hipótesis de la investigación, puesto que el objetivo de la investigación es determinar la resistencia de diseño en 24 horas.

La cantidad de especímenes de 3 unidades serán destinadas para ser ensayadas a 3,7,14 y 28, al ensayo de resistencia a la compresión, con los datos obtenidos se determinará la curva de resistencia vs tiempo.

4.5. Materiales

4.5.1. Cemento

Se utilizó el cemento Wari Portland Tipo 1, que cumple con las exigencias de las normas NTP 334.009 y ASTM C 150, los parámetros característicos del cemento se muestran en la tabla 16.

Tabla 18
Componentes característicos del cemento

Descripción	Cemento Portland Puzolánico tipo 1	Requisitos norma NTP 334.009; ASTM C150
<i>Requisitos químicos</i>		
MgO (%)	1.78	6.00 máx.
SO ₃ (%)	2.74	3.00 máx.

Perdida por ignición (%)	2.5	3.50 máx.
Residuo insoluble (%)	0.64	1.50 máx.
<i>Requisitos físicos</i>		
Peso específico	3.14	-
Expansión en autoclave (mín)	0.08 %	1.5 máx.
Fraguado vicat inicial (mín)	130	45 min.
Fraguado vicat final (mín)	215	420 máx.

Nota: Fuente: ficha técnica de cemento Wari tipo 1

4.5.2. Agregado

En este estudio se utilizó el agregado grueso según la norma ASTM C33 en Huso 67, en la tabla N°17 el tamaño, la forma de los agregados según su procedencia.

Tabla 19

Cuadro de procedencia, tamaño y forma de agregados utilizados

Procedencia	AG	AF	Forma
Planta chancadora	Huso 67		Procesado
Cantera Isla		N° 8 – N° 200	Natural

Nota: Fuente: elaboración propia; AG = agregado grueso; AF = agregado fino.

Se realizó los ensayos de: análisis granulométrico (ASTM C136, 2001; NTP 400.012, 2001), peso unitario (ASTM C29/C29M, 2003; NTP 400.017, 1999), peso específico – absorción (ASTM C128, 2001; NTP 400.022, 2002), pasante tamiz N°200 (ASTM C117, 2003; NTP 400.018, 2002) y contenido de humedad (ASTM C566, 1997; NTP 339.185, 2002), para obtener las propiedades físicas que es indispensable en el diseño de mezcla, estas propiedades se resume en la Tabla 18.

Tabla 20

Propiedades de los agregados

Forma	Procesado AG	Natural AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1511	1631	Kg/m ³

Peso unitario seco suelto	1301	1538	Kg/m ³
Peso específico	2560	2550	Kg/m ³
Contenido de humedad	1.10	3.95	%
Absorción	1.96	2.80	%
Tamaño máximo	3/4"	N°4	in

Nota: Fuente: elaboración propia

4.5.3. Aditivos

Se utilizo tres tipos de aditivos: Glenium SCC 3800, X-SEED 100 y Sika Antisol, cuyos aditivos cumplen con la norma ASTM C494/C494M. se mencionan a continuación las propiedades de cada tipo de aditivo.

a. Glenium SCC 3800

- Concretos que requieren una fluidez elevada, mayor estabilidad, alta resistencia inicial y final y durabilidad (prefabricados, reparaciones de pavimentos de fast-track).
- Es un aditivo reductor de agua de alto rango listo para usarse, pertenece a una nueva generación de aditivos patentados basados en la tecnología del policarboxilato.
- Proporciona características de fraguado más rápidas como asimismo mejora la resistencia a la compresión inicial.
- Cumple con los requisitos de la norma provisional ASTM C494 /C494 M para aditivos Tipo A, (reductores de agua), y tipo F (reductores de agua de alto rango).

b. Aditivo acelerante Mater X -Seed 100

- MasterX-Seed 100 está recomendado para cualquier tipo de hormigón y especialmente para elementos estructurales donde se precisen muy altas resistencias iniciales. MasterX-Seed 100 es una alternativa a los métodos tradicionales de curado y destaca por sus prestaciones con temperaturas muy bajas y cementos con poco clinker y baja clase resistente.
- MasterX-Seed 100 ha sido especialmente diseñado para potenciar el proceso de hidratación del cemento a edades tempranas (6-12h).

c. Sika rapid - 1

- Concreto para rápida puesta en servicio
- Concreto en tiempo frío
- Desencofrado rápido

4.5.4. Agua

El agua de diseño para el concreto fast track, fue del campus de la Universidad Peruana Unión Juliaca, que es potable, ya no es necesario realizar ningún tipo de prueba de calidad debido a que cumple con las exigencias de la norma ASTM C1602/C1602M y NTP 399.088.

4.5.5. Diseño de mezcla

El proceso de diseño de mezcla, se realizó para la resistencia de 210 kg/cm², por lo tanto se toma un solo diseño para todos los materiales menos para el acelerante de fragua y la proporción de agua, ya que el aditivo acelerante de fragua varía en 2%, 3% y 4% respecto a peso del cemento, del mismo modo el agua de diseño disminuye conforme al peso del aditivo empleado, en las siguientes tablas se muestra la dosificación de materiales para 1 m³ de concreto.

Tabla 21

Proporción de materiales para 1 m³ de concreto

Diseño	Dosificación	Cemento	AF	AG	Aditivos		Agua Efec.
		Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	AC (l/m ³)	SP (l/m ³)	L/m ³
01	(AC 2% + SP 0.5%)	355.51	905.16	971.10	7,110	1,777	149.34
02	(AC 3% + SP 0.5%)	355.51	905.16	971.10	10,665	1,777	145.79
03	(AC 4% + SP 0.5%)	355.51	905.16	971.10	14,220	1,777	142.23

Nota: Fuente: elaboración propia; AF = agregado fino; AG = agregado grueso; AC = acelerante de fragua; SP = superplastificante.

4.6. Técnica e instrumentos

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos para esta investigación, se presenta en la tabla N°20.

Tabla 22

Cuadro de técnicas de recolección de datos

Variables	Fuente	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión	Primaria	Observación	Prensa hidráulica

Nota: Fuente: elaboración propia

4.7. Procedimiento de investigación

4.7.1. Elaboración de especímenes

El concreto se preparó para cada tipo de diseño, primeramente se procedió a pesar y medir los materiales, posterior a ellos se hace la mezcla del agua con los dos tipos de aditivos, colocando estas en la mezcladora, se procede a adicionar el cemento, luego se coloca el agregado grueso y el agregado fino, se espera a que la mezcladora haga el batido del concreto, una vez que esté bien mezclado se procede a colocar a las probetas, colocando en tres partes y haciendo el varillado de 25 golpes por cada capa, en la última capa se coloca

concreto en exceso para que al final se haga el enrasado al tope del molde. Finalmente se coloca cada espécimen en un lugar nivelado para que tengan una altura uniforme.

4.7.2. Curado de especímenes

Después de 3 horas y media se procede a desmoldar, pasado media hora del desmolde se coloca el aditivo Sika antisol – 1, como tipo aspersión, tratando de cubrir por completo a superficie de los especímenes, luego de hacer ese mecanismo se colocan las muestras en un lugar seguro para posterior ensayo de resistencia a la compresión a las 24 horas, 3 días, 7 días, 14 días y 28 días.

4.8. Pruebas

El ensayo realizado en estado fresco fue: el asentamiento; así mismo se realizó el ensayo de resistencia a la compresión en estado endurecido.

4.8.1. En estado fresco

se realiza el ensayo de revenimiento según la norma ASTM C143/C143M y NTP 339.035, en base a este método se humedece la plancha, se coloca en una superficie llana, encima de ella se coloca el cono asegurando fijamente, para posteriormente colocar el concreto en tres etapas, compactando cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente, luego se procede a enrasar con la barilla dejando nivelado, así mismo se remueve y limpia el material excedente al entorno del cono, finalmente se quita el cono en sentido vertical, colocando luego inmediatamente el molde al lado de la muestra para medir el asentamiento en la parte central superior.

4.8.2. En estado endurecido

Se realiza el ensayo de resistencia a la compresión, según la norma ASTM C39/C39M, se toman datos de las muestras tales como el diámetro, altura y el peso, posterior a ellos se

hace la prueba en una prensa hidráulica digitalizada, para este ensayo se utilizó discos de neopreno contenido en las capsulas metálicas para mejorar la distribución de carga, puesto que la superficie de contacto de los especímenes no es uniforme en su totalidad.

4.9. Diseño de a prueba de hipótesis

4.9.1. Hipótesis estadística

Tabla 23

Planteamiento de la hipótesis estadística: resistencia a la compresión

Descripción	Planteamiento	Interpretación de planteamiento
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$	La adición de 2%, 3% y 4% aditivo acelerante de fragua, respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla tipo fast track, SI ALCANZA la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en 24 horas.
Hipótesis Investigación	$H_1: \mu_1 > \mu_2$	La adición de 2%, 3% y 4% aditivo acelerante de fragua, respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla tipo fast track, NO ALCANZA la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en 24 horas.

Nota: Fuente: elaboración propia; μ_1 = promedio de la resistencia a la compresión de un concreto normal; μ_2 = promedio de resistencia a la compresión de un concreto con aditivo químicos.

4.9.2. Nivel de significancia

El margen de error que se utilizó es de $\alpha = 0.05$ es decir que las pruebas de hipótesis se realizaron con nivel de confianza del 95%; se tomó este nivel de confianza ya que es el más común, además proporciona un buen balance entre la precisión y confiabilidad.

4.9.3. Grados de libertad

Se utilizó el estimado sencillo y conservador: grados de libertad (gl) es igual al valor más pequeño de ambas muestras menos una unidad, es decir: $n_1 - 1$ y $n_2 - 1$

4.9.4. Estadística de prueba

Esta investigación hará el uso de la t de Student para la prueba de hipótesis, ya que se tiene dos variables independientes cuantitativas, además se tiene número de variables menor a 30.

La hipótesis a comprobar es si la adición de aditivos químicos en diferentes porcentajes, mejora de manera considerable la resistencia a la compresión del concreto.

La hipótesis de estudio es de la siguiente manera:

$$\mu\bar{X}_{cp} \leq \mu\bar{X}_{aq}$$

Por consiguiente, se trata de una Test de una sola cola, el estadístico de prueba para una distribución de t-student con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad es la siguiente.

$$t_p = \frac{\mu\bar{X}_{cp} - \mu\bar{X}_{aq}}{s_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Donde:

$\mu\bar{X}_{cp}$ = media de la resistencia a la compresión del concreto patrón.

$\mu\bar{X}_{aq}$ = Medias de las resistencias a compresión del concreto con adición de aditivo químico en 2%, 3% y 4%.

4.9.5. Regla de decisión

La regla de decisión que se asumió para la prueba de hipótesis es el siguiente: si el valor de la t calculada t_o cae en la región de rechazo (se rechaza H_o), de donde se asume que la hipótesis de la investigación planteada es cierta (H_i), de lo contrario, si el valor no cae en la región de rechazo (se acepta (H_o), por lo tanto se asume que la hipótesis nula es la verdadera.

Capítulo V. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. A partir del problema

En el planteamiento del problema se menciona, que es bastante apreciable la demora en cuanto a tiempo en la rehabilitación de pavimentos rígidos, por ende, hay malestar social en el área de influencia de los trabajos, por la interrupción de tránsito vehicular, por ruidos fuertes emitidos por equipos utilizados, etc.; Así mismo hay congestionamiento vehicular, por habilitación de rutas alternas, las cuales demandan más tiempo en su recorrido; este

acontecimiento hace que las unidades vehiculares generen más gasto de combustible y tiempo.

Para la estimación de los perjuicios mencionados en el párrafo anterior, se realizan aforos vehiculares para los cuatro conos más transitados de la ciudad de Juliaca, como son la salida Cusco, salida a Arequipa, salida a Lampa y salida a Puno.

5.1.1. Resumen de Aforo Vehicular Salida Puno

Se presenta la tabla de resumen de aforo vehicular, realizado en el cruce de la Av. Tacna y Jr. Mariano Núñez, de la ciudad de Juliaca, para un periodo de una semana; este punto de aforo es el más crítico de los demás puntos, las cuales por descarte no se toman para cálculos de pérdida económica.

Tabla 24

Resumen de aforo vehicular de la salida Puno de la ciudad de Juliaca, carril sentido IDA

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA PUNO)			
UBICACIÓN: SAN ROMAN	TRAMO DE LA CARRETERA: Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Mariano Núñez	SENTIDO: IDA	
FECHA	HORA	TOTAL	INDICE PROMEDIO
06 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	11,395	712
07 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00 p.m.	9,366	585
08 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	9,030	564
09 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	10,114	632
10 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	9,193	575
11 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	8,109	507
12 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	11,167	698

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Resumen de aforo vehicular de la salida Puno de la ciudad de Juliaca, carril sentido RETORNO

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA PUNO)			
UBICACIÓN: SAN ROMAN	TRAMO DE LA CARRETERA: Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Mariano Núñez	SENTIDO: RETORNO	
FECHA	HORA	TOTAL	INDICE PROMEDIO
06 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	10,521	658
07 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00 p.m.	10,466	654
08 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	10,276	642
09 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	11,177	699
10 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	10,209	638
11 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	9,706	607
12 de mayo del 2019	05:00a.m. a 21:00p.m.	10,079	630

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Resumen de aforo vehicular para salida Arequipa, salida Huancané y salida Cusco

Tabla 26

Resumen de aforo vehicular de la salida (Arequipa, Huancané y Cusco) en la ciudad de Juliaca, carril sentido IDA

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA AREQUIPA, SALIDA HUANCANÉ Y SALIDA CUSCO)			
UBICACIÓN: SAN ROMAN	TRAMO DE LA CARRETERA: Ovalo de intersección en cada salida	SENTIDO: IDA	
FECHA	HORA	TOTAL	INDICE PROMEDIO
Lunes	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,311	269
Martes	05:00a.m. a 21:00 p.m.	4,241	265
Miércoles	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,349	272
Jueves	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,617	289
Viernes	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,128	258
Sábado	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,844	303
Domingo	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,718	295

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Resumen de aforo vehicular de la salida (Arequipa, Huancané y Cusco) en la ciudad de Juliaca, carril sentido RETORNO

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA AREQUIPA, SALIDA HUANCANÉ Y SALIDA CUSCO)			
UBICACIÓN: SAN ROMAN	TRAMO DE LA CARRETERA: Ovalo de intersección en cada salida	SENTIDO: RETORNO	
FECHA	HORA	TOTAL	INDICE PROMEDIO
Lunes	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,311	269
Martes	05:00a.m. a 21:00 p.m.	4,241	265
Miércoles	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,349	272
Jueves	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,617	289
Viernes	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,128	258
Sábado	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,844	303
Domingo	05:00a.m. a 21:00p.m.	4,718	295

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Cuantificación de pérdida económica por desvío a ruta alterna

Para una posible rehabilitación de pavimento rígido para ese tramo, posterior al aforo vehicular se trazan, vías alternas de ida y retorno para una cuadra.

A continuación, se presenta un bosquejo de trazo de rutas alternas para ambos carriles.

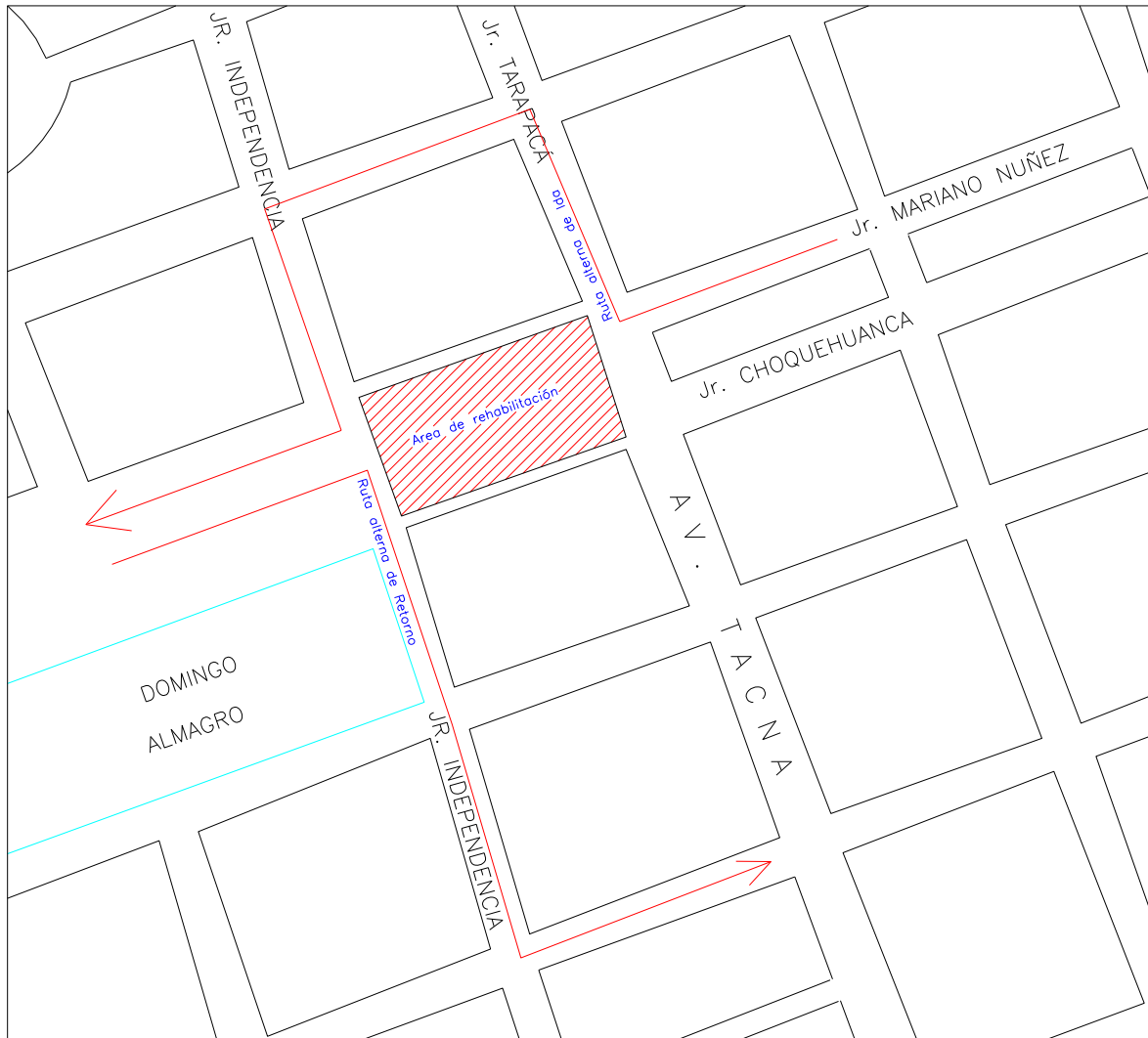


Figura 10. Proyección de rutas de ida y retorno alternos
Fuente: Elaboración propia

5.1.3.1. Pérdidas económicas en combustible por tipo de unidades

Tabla 28

Cuadro de cuantificación de pérdida económica por interrupción al tránsito vehicular

Cuadro de cuantificación de pérdida económica por interrupción al tránsito vehicular (para el punto de aforo más crítico)											
Descripción vehicular	Vehículos totales ida	Vehículos total retorno	Gasto de combustible por 1 km de recorrido en (Gln)	Precio del petróleo	Precio de gasolina	Recorrido extra ida (Km)	Recorrido extra retorno (Km)	Pérdida económica carril ida	Pérdida económica carril retorno	Pérdida económica total	
Auto	21,961	21,439	0.021	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/.1088.96	S/.1120.79	S/.2209.68	
Camionetas	Pickup	13,887	13,912	0.045	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/.1463.19	S/.1593.79	S/.3056.8
	Combi	20,835	20,423	0.029	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/.1420.46	S/.1513.92	S/.2934.39
Micro	6,949	6,953	0.058	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 947.52	S/.1030.83	S/.1978.35	
Bus	2E	1,009	1,005	0.079	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 187.61	S/. 203.18	S/. 390.79
	3E	373	369	0.079	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 69.35	S/. 74.60	S/. 143.95
Camión	2E	1,688	1,663	0.074	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 292.94	S/. 313.79	S/. 606.73
	3E	769	774	0.084	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 152.52	S/. 166.91	S/. 319.43
	4E	109	119	0.084	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 21.62	S/. 25.66	S/. 47.28
Semi	2S1/2S2	78	91	0.132	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 24.17	S/. 30.66	S/. 54.83
	2S3	110	115	0.132	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 34.09	S/. 38.75	S/. 72.84
trayler	3S1/3S2	280	274	0.132	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 86.77	S/. 92.32	S/. 179.09
	>=3S3	87	104	0.132	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 26.96	S/. 35.04	S/. 62.00
Trayler	2T3	45	54	0.137	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 14.50	S/. 18.92	S/. 33.43
	3T2	63	66	0.137	S/13.20	S/12.80	0.184	0.194	S/. 20.30	S/. 23.13	S/. 43.43
	3T3	131	139	0.137	S/13.20	S/12.80	0.184		S/. 42.22	S/. 48.71	S/. 90.93
Total, vehículos por carril	68,374	67,500	1.489					S/.5893.13	S/. 6331.01	S/. 12224.14	
Total, gasto extra de combustible valorizado									S/. 12,224.14		

Nota: Fuente: Elaboración propia

Se tiene pérdida económica por recorrido de mayor distancia a lo habitual, de S/. 5,893.23 en carril de ida, así mismo S/. 6,331.01 nuevos soles en carril de retorno, haciendo un total de S/. 12,224.14 nuevos soles, por consumo adicional de combustible para una semana de transitabilidad; cabe precisar que esta pérdida económica no es absoluta ni constante, puesto que, en periodos mayores de tiempo, el índice promedio semanal puede variar por varios factores.

5.2. A partir del diseño de mezcla

De describen los datos tomados para los diseños de mezcla, así mismo los criterios y sustentos

5.2.1. Relación agua cemento

La relación agua cemento se tomó de la siguiente tabla:

Tabla 29

Máxima relación agua cemento permisible para concretos sometidos a exposición severa

Tipo de estructura	Estructuras que están continua o frecuentemente húmedas y expuestas a congelación y deshielo	Estructuras expuestas al agua de mar o sulfatos
Secciones delgadas y todas aquellas secciones con menos de 3cm de recubrimiento	0.45	0.40
Cualquier otro tipo de estructura	0.45	0.40

Nota: Fuente: Tecnología de concreto (Abanto, 2008)

Se toma el valor para relación agua cemento de 0.45, puesto que la ciudad de Juliaca en temporadas de invierno tiene presencia de hielo y deshielo, por lo tanto, se puede considerar su clima como extremo o severo.

5.2.2. Agua de diseño

Se toma el valor de agua de diseño de la tabla 16.

Tabla 30

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacíos

Slump	Agua de mezclado en Kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" – 2"	183	174	168	165
2" – 3"	189	183	174	171
3" – 4"	195	189	180	177
Aire Atrapado				
Sin superplastificante	3	2.5	2	1.5
Con superplastificante	2.5	2	1.5	1

Nota: Fuente: Tecnología de concreto de alto desempeño (Portugal, 2007)

(Portugal, 2007) Los valores dados en la tabla 16 son aplicables cuando el agregado fino usado tiene un contenido de vacíos igual o mayor a 35%, el contenido de vacíos del agregado fino puede ser calculado usando la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Vacíos, } V = \left(1 - \frac{P.U.C.}{\text{Peso específico}}\right) \times 100$$

$$V = \left(1 - \frac{1492 \text{ Kg/m}^3}{2.55 \times 10^3}\right) \times 100$$

$$V = 41.49\%$$

El agua de diseño por lo tanto será 165 litros por m³. Considerando el tamaño máximo nominal y el slump.

5.2.3. Diseño de mezcla f'c=210kg/cm²

Tabla 31

Datos de los agregados

Diseño de mezclas de concreto F'c = 210 Kg/cm ²			
Peso Específico del Cemento	g/cm ³	3.14	
Peso Específico del Agua	g/cm ³	1000	
Características de los agregados			
Descripción	Unidad	Arena	Piedra

Peso Unitario Seco Compactado	Kg/m3	1492	1501
Peso Específico de la masa	g/cm3	2.55	2.56
Porcentaje de Humedad	%	3.95%	1.10%
Porcentaje de Absorción	%	2.80%	1.96%
Módulo de Fineza	...		-
Tamaño Máximo	Pulg	3.11	1"
Datos de diseño			
Clima	Frio		
Slump	1" a 2"	pulg	
Agua / m3	165	Lt/m3	
Contenido de Aire	1.0%	%	
Relación agua - cemento	0.45	a/c	
Volumen de agregado grueso	0.64	M3	
Factor de Cemento	367	Kg	
Agregado Grueso	960.64	Kg/m3	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Volumen absoluto de los materiales por m3 de concreto

Volumen absoluto de los materiales por m3 de concreto				
Cemento	367	3.14	0.117	m3
Agregado Grueso	960.64	2.56	0.375	m3
Agregado Fino	1	0.667	0.333	m3
Aire	1.0%	100	0.010	
Agua	165	1000	0.165	Lt / m3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Peso seco de los materiales por kg/ m3 de concreto

Peso seco de los materiales por kg/ m3 de concreto				
Cemento			366.67	kg / m3
Agregado Grueso	0.375	2.560	960.64	kg / m3
Agregado Fino	0.333	2.550	849.09	kg / m3
Agua Diseño			165	Lt / m3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Corrección por humedad y absorción

Corrección por humedad y absorción				
Agregado Grueso	960.64	1.10%	971.21	kg / m3
Agregado Fino	849.09	3.95%	882.6	kg / m3
Agua Efectiva	165.00	150%	163.50	Lt / m3
Cemento			367	kg / m3

Aporte de humedad de los agregados			
Agregado Grueso	960.64	-8.261504	Lt /m3
Agregado Fino	849.09	9.76	Lt /m3
Agua Efectiva		163.50	Lt /m3
Cemento		367	kg / m3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Peso por materiales corregidos por m3 de concreto

Peso por materiales corregidos por m3 de concreto		
Agregado Grueso	971	kg / m3
Agregado Fino	883	kg / m3
Agua Efectiva	163	Lt /m3
Cemento	367	kg / m3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Proporciones en peso serán por m3 de concreto

Proporciones en peso serán por m3 de concreto			
Cemento	366.67	366.67	1.00
Agregado Grueso	882.63	366.67	2.41
Agregado Fino	971.21	366.67	2.65
Agua Diseño	163.50	366.67	0.45

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Peso de material por bolsa de cemento de concreto

Peso de material por bolsa de cemento de concreto				
Cemento	1.00	42.5	42.50	Kg /bolsa
Agregado grueso	2.41	42.5	102.30	Kg /bolsa
Agregado fino	2.65	42.5	112.57	Kg /bolsa
Agua efectiva	0.45	42.5	18.95	Lt /bolsa

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Volumen aparente de los materiales

Volumen aparente de los materiales				
Cemento	367	3.14	0.117	m3
Agregado grueso	882.6	2.55	0.346	m3
Agregado fino	971.21	2.56	0.379	m3
Agua efectiva	163.50	1	0.163	m3

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Proporciones en volumen en obra serán

Proporciones en volumen en obra serán				
Cemento	0.117	0.117	1.00	Pie3
Agregado grueso	0.346	0.117	2.96	Pie3
Agregado fino	0.379	0.117	3.25	Pie3
Agua efectiva	163.50	8.6	18.95	Lt

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Diseño de mezcla para concreto Fast Track

5.2.4.1. Diseño de mezcla con (AC 2%, SP 0.5%) para 1m3

En la siguiente tabla se presenta la dosificación exacta de los materiales que requieren para 1m3 de concreto, así mismo se da la cantidad exacta necesaria de aditivos a utilizar.

Tabla 40

Diseño de mezcla con aditivo (AC 1% - SP 0.5%)

Proporciones de materiales y aditivos para 1 m3 de concreto				
Agregado y Aditivos	En %	Proporción en volumen (M3)	Proporción en Kg	Agua + aditivo (Lts)
Cemento	15.38%	0.37	366.67	...
Agregado fino	37.02%	0.88	882.63	...
Agregado grueso	40.74%	0.97	971.21	...
Agua	4.36%	0.10	103.90	113.06
Acelerante al 2%	2.00%	...	7.33	
Súper plastificante al 0.5%	0.50%	...	1.83	
	100.00%			

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2. Diseño de mezcla con (AC 3%, SP 0.5%) para 1m3

En la siguiente tabla se presenta la dosificación exacta de los materiales que requieren para 1m3 de concreto, así mismo se da la cantidad exacta necesaria de aditivos a utilizar.

Tabla 41

Diseño de mezcla con aditivo (AC 3% - SP 0.5%)

Proporciones de materiales y aditivos para 1 m3 de concreto				
Agregado y Aditivos	en %	proporción en volumen (m3)	proporción en kg	agua + aditivo (lts)

Cemento	15.38%	0.37	366.67	...
Agregado fino	37.02%	0.88	882.63	...
Agregado grueso	40.74%	0.97	971.21	...
Agua	3.36%	0.08	80.06	92.89
Acelerante al 3%	3.00%	...	11.00	
Súper plastificante al 0.5%	0.50%	...	1.83	
	100.00%			

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.2.4.3. Diseño de mezcla con (AC 4%, SP 0.5%) para 1m3

En la siguiente tabla se presenta la dosificación exacta de los materiales que requieren para 1m3 de concreto, así mismo se da la cantidad exacta necesaria de aditivos a utilizar.

Tabla 42

Diseño de mezcla con aditivos (AC 4% - SP 0.5%)

Proporciones de materiales y aditivos para 1 m3 de concreto				
Agregado y aditivos	En %	Proporción en volumen (m3)	Proporción en kg	Agua + aditivo (lts)
Cemento	15.38%	0.37	366.67	...
Agregado fino	37.02%	0.88	882.63	...
Agregado grueso	40.74%	0.97	971.21	...
Agua	2.36%	0.06	56.22	72.72
Acelerante al 4%	4.00%	...	14.67	
Súper plastificante al 0.5%	0.50%	...	1.83	
	100.00%			

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.3. A partir de los resultados

5.3.1. Resistencia a la compresión de cada diseño

Los ensayos de resistencia a la compresión de los especímenes de cada uno de los diseños, se realizaron en el laboratorio de materiales y concreto de la Universidad Peruana Unión, se presenta a continuación:

a. Resistencia a la compresión del diseño 1, 2 y 3 de concreto fast track para 24 horas

Tabla 43

Resistencia a compresión concreto fast track 01 (AC 2% + SP 0.5%) a 24 horas

N°	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	Diseño 01 (1)	1	14.95	30.00	175.54	28,954.90	164.95
2	Diseño 01 (2)	1	15.08	30.00	178.60	26,709.90	149.55
3	Diseño 01 (3)	1	15.18	30.00	180.98	26,964.60	148.99
4	Diseño 01 (4)	1	15.28	30.06	183.37	27,821.80	151.72
5	Diseño 01 (5)	1	15.08	30.00	178.60	25,266.00	141.46
6	Diseño 01 (6)	1	15.03	30.01	177.42	27,932.10	157.43
7	Diseño 01 (7)	1	15.08	30.00	178.60	31,077.10	174.00
8	Diseño 01 (8)	1	15.10	30.00	179.08	31,913.6	178.21
9	Diseño 01 (9)	1	15.08	30.00	178.60	31,001.80	173.58

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Resistencia a compresión concreto fast track 02 (AC 3% + SP 0.5%) a 24 horas

N°	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	Diseño 02 (1)	1	14.85	30.20	173.20	28,777.10	166.15
2	Diseño 02 (2)	1	14.95	30.05	175.54	31,362.30	178.66
3	Diseño 02 (3)	1	15.12	29.80	179.55	32,025.90	178.36
4	Diseño 02 (4)	1	15.12	30.10	179.55	31,645.10	176.24
5	Diseño 02 (5)	1	14.95	30.00	175.54	26,183.60	149.16
6	Diseño 02 (6)	1	15.21	30.48	181.70	31,135.70	171.36
7	Diseño 02 (7)	1	15.17	30.01	180.74	29,857.30	165.19
8	Diseño 02 (8)	1	15.05	29.90	177.89	26,269.10	147.67
9	Diseño 02 (9)	1	15.01	29.90	176.95	26,977.40	152.46

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Resistencia a compresión concreto fast track 03 (AC 4% + SP 0.5%) a 24 horas

N°	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	Diseño 03 (1)	1	14.97	30.10	176.01	38,917.50	221.11
2	Diseño 03 (2)	1	15.23	30.10	182.18	40,318.80	221.32
3	Diseño 03 (3)	1	15.24	30.48	182.41	37,571.40	205.97
4	Diseño 03 (4)	1	15.43	30.48	186.99	40,904.10	218.75
5	Diseño 03 (5)	1	15.19	30.10	181.22	35,654.50	196.75
6	Diseño 03 (6)	1	14.95	28.30	175.54	42,932.80	244.58
7	Diseño 03 (7)	1	14.95	29.90	175.54	31,849.80	181.44
8	Diseño 03 (8)	1	15.23	28.30	182.18	41,392.30	227.21
9	Diseño 03 (9)	1	15.19	28.30	181.22	34,792.70	191.99

Nota: Fuente: Elaboración propia

b. Resultado de resistencia a la compresión del diseño 01 con aditivo (AC 2% - SP 0.5%) para 1,3,7,14 y 28 días.

Tabla 46

Resultado de ensayo de resistencia a la compresión diseño 01 (para 1,3,7,14 y 28 días)

N°	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dÍal (kgf)	Resistencia muestra (kg/cm ²)
1	Muestra (1)	1	14.95	30.00	175.54	28,964.90	164.90
2	Muestra (2)	1	15.08	30.00	178.60	26,709.90	149.50
3	Muestra (3)	1	15.18	30.00	180.98	26,964.60	149.00
4	Muestra (4)	3	10.00	22.00	78.54	12,749.40	162.33
5	Muestra (5)	3	10.00	23.00	78.54	13,142.00	167.33
6	Muestra (6)	3	10.10	23.00	80.12	12,958.80	161.75
7	Muestra (7)	7	10.50	22.00	86.59	18,594.00	214.74
8	Muestra (8)	7	10.10	23.00	80.12	12,448.56	155.38
9	Muestra (9)	7	10.30	23.00	83.32	15,881.30	190.60
10	Muestra (10)	14	10.00	22.00	78.54	13,228.00	168.42
11	Muestra (11)	14	10.00	23.00	78.54	15,311.70	194.95
12	Muestra (12)	14	10.00	21.00	78.54	15,933.40	202.87
13	Muestra (13)	28	10.4	22.00	84.95	24,494.70	288.35
14	Muestra (14)	28	10.2	23.00	81.71	18,805.50	230.14
15	Muestra (15)	28	10.4	23.00	84.95	13,871.90	163.30

Nota: Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido del esfuerzo a la compresión del diseño N° 01, ensayado a las 24 horas es de 154.47 Kg/cm², equivalente al 73.56% de la resistencia de diseño F'c=210 Kg/cm².

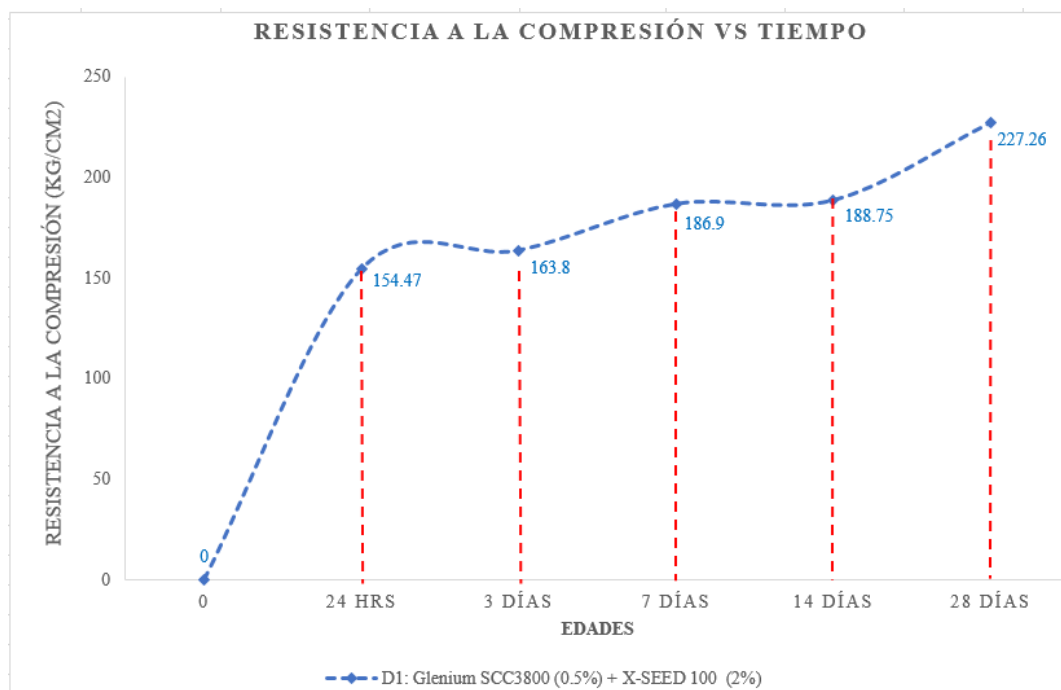


Figura 11. Curva resistencia vs tiempo diseño 01 (AC 2% + SP 0.5%)

Fuente: Elaboración propia

c. Resultado de resistencia a la compresión del diseño 02 (AC 3% - SP 0.5%)

Tabla 47

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión diseño 02 (para 1,3,7,14 y 28 días)

Nº	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dÍal (kgf)	Resistencia muestra (kg/cm ²)
1	Muestra (1)	1	14.85	30.20	173.20	28,785.50	166.20
2	Muestra (2)	1	15.01	29.90	176.95	29,961.22	169.32
3	Muestra (3)	1	15.21	30.48	181.70	30,143.57	165.90
4	Muestra (4)	3	10	22.00	78.54	14,362.40	182.87
5	Muestra (5)	3	10	23.00	78.54	13,592.50	173.07
6	Muestra (6)	3	10.1	23.00	80.12	13,520.10	168.75
7	Muestra (7)	7	10.4	22.00	84.95	22,047.60	259.54
8	Muestra (8)	7	10.54	23.00	87.25	22,565.40	258.63
9	Muestra (9)	7	10.52	23.00	86.92	21,115.60	242.93
10	Muestra (10)	14	10.8	23.00	91.61	27,708.50	302.47
11	Muestra (11)	14	10.7	22.00	89.92	30,670.20	341.08
12	Muestra (12)	14	10.5	23.00	86.59	17,207.10	198.72
13	Muestra (13)	28	10.5	22.00	86.59	32,535.50	375.74
14	Muestra (14)	28	10.2	22.00	81.71	30,974.50	379.07
15	Muestra (15)	28	10.5	23.00	86.59	32,538.10	375.77

Nota: Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido del esfuerzo a la compresión del diseño N° 01, ensayado a las 24 horas es de 167.14 Kg/cm², equivalente al 79.59% de la resistencia de diseño F'c=210 Kg/cm².

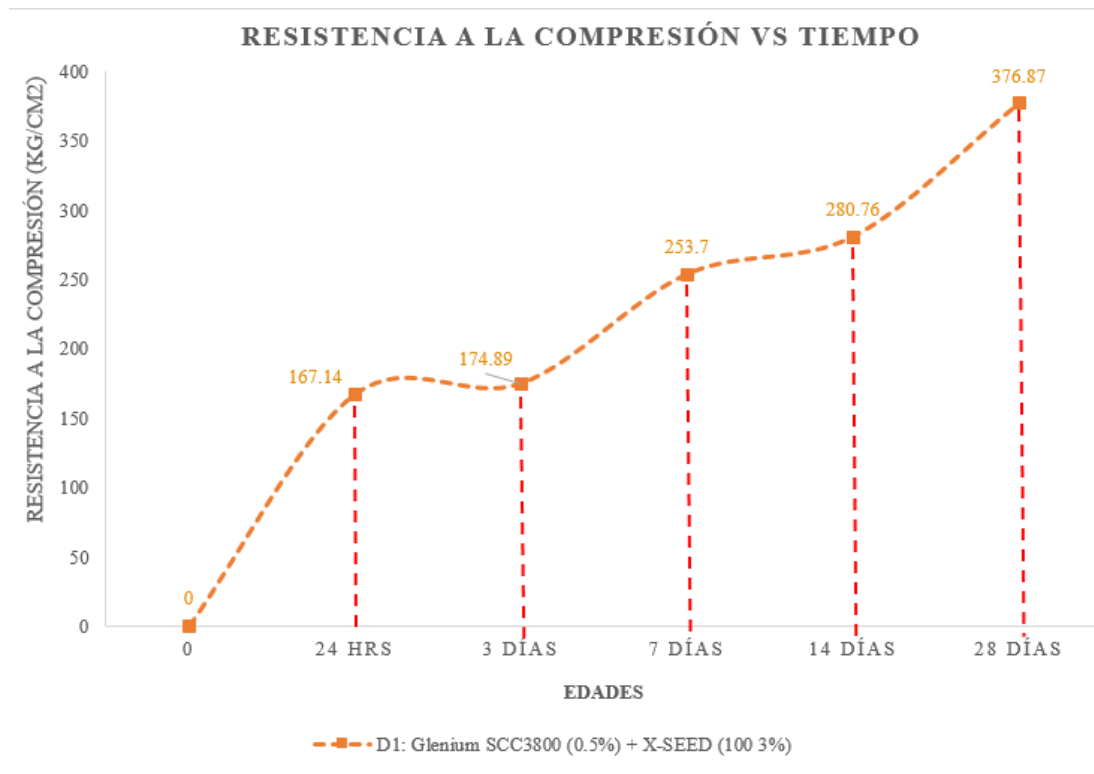


Figura 12 Curva resistencia vs tiempo diseño 02 (AC 3% + SP 0.5%)

Fuente: Elaboración propia

d. Resultado de resistencia a la compresión del diseño 03 con aditivo (AC 4% - SP 0.5%)

Tabla 48

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión diseño 03 (para 1,3,7,14 y 28 días)

N°	Descripción	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dÍal (kgf)	Resistencia muestra (kg/cm ²)
1	Muestra (1)	1	15.43	30.40	186.99	40,558.44	216.90
2	Muestra (2)	1	15.33	30.00	184.58	39,067.51	211.66
3	Muestra (3)	1	15.24	30.48	182.41	37,577.43	206.00
4	Muestra (4)	3	10.00	22.00	78.54	16,358.90	208.29
5	Muestra (5)	3	10.00	23.00	78.54	18,781.60	239.13
6	Muestra (6)	3	10.00	23.00	78.54	15,254.50	194.23
7	Muestra (7)	7	10.10	22.00	80.12	14,140.70	176.50
8	Muestra (8)	7	10.02	23.00	78.85	20,553.40	260.65
9	Muestra (9)	7	10.00	23.00	78.54	19,559.80	249.04
10	Muestra (10)	14	10.40	22.00	84.95	21,716.30	255.64
11	Muestra (11)	14	10.30	23.00	83.32	18,364.80	220.41
12	Muestra (12)	14	10.50	21.00	86.59	23,893.70	275.94
13	Muestra (13)	28	10.5	23.00	86.59	28,152.90	325.13
14	Muestra (14)	28	10.4	22.00	84.95	20,226.70	238.10
15	Muestra (15)	28	10.5	22.00	86.59	27,643.10	319.24

Nota: Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido del esfuerzo a la compresión del diseño N° 01, ensayado a las 24 horas es de 212.12 Kg/cm², equivalente al 100.72% de la resistencia de diseño F'c=210 Kg/cm².

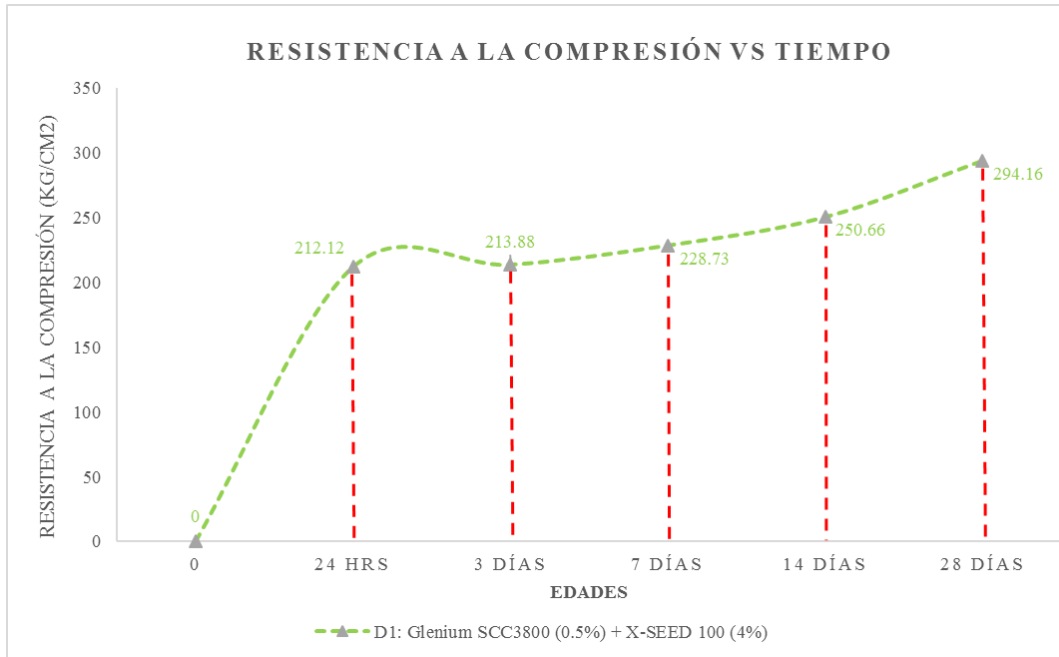


Figura 13 Curva resistencia vs tiempo diseño 03 (AC 4% + SP 0.5%)
Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Resumen de la resistencia a la compresión en comparación a un concreto normal

A continuación, se presenta la curva de resistencia a la compresión vs tiempo, de los tres diseños de concreto fast track, en comparación con una curva teórica de concreto normal.

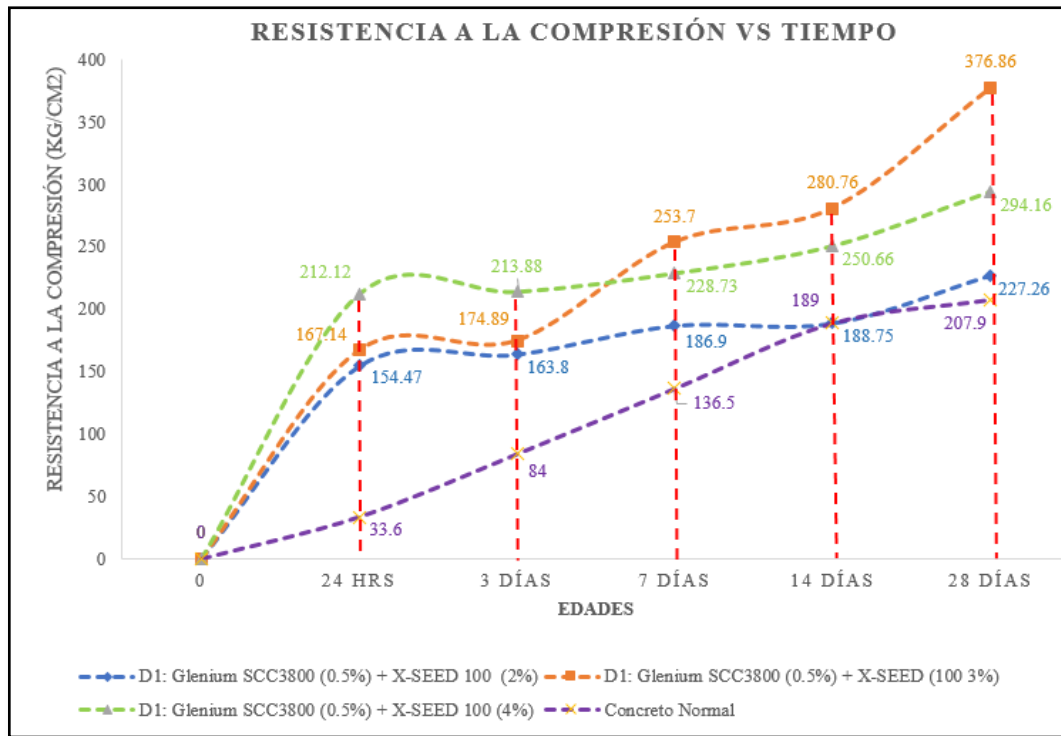


Figura 14 Curva resistencia vs tiempo combinada del concreto normal y diseño 01, 02 y 03 del concreto fast track para 28 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°14 se visualiza la curva de resistencia vs tiempo de los tres diseños de concreto fast track, en comparación con un concreto normal, tal como muestra la figura se puede determinar que el concreto tipo fast track, en las primeras 24 horas tiene un desarrollo considerablemente mayor al de un concreto normal, pero conforme va transcurriendo el tiempo estas curvas a partir de los 14 días en adelante, alcanza casi la misma resistencia, por lo que se puede concluir que el concreto fast track, no pierde sus propiedades de endurecimiento final, al ser éste preparado con aditivos químicos.

5.4. Prueba de hipótesis

La hipótesis a probar es si la inclusión de aditivo químico, a diferentes porcentajes, alcanza la resistencia a la compresión del diseño de mezcla $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$, en 24 horas.

Para ello se va a probar si las características mecánicas del concreto, mejora con la adición de aditivo químico y este a su vez alcanza la resistencia de diseño en 24 horas, a diferentes porcentajes como: 2%, 3% y 4%, esto respecto al peso del cemento.

5.4.1. Prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión del concreto

Se va a probar la hipótesis sobre la diferencia de medias, si la resistencia del concreto, mejora y alcanza la resistencia de diseño, a distintos porcentajes respecto al peso del cemento de 2%, 3% y 4%, en comparación a un concreto patrón. (concreto normal sin aditivo).

5.4.1.1. Hipótesis Nula o hipótesis Alternativa

H_0 : la adición de aditivo químico MasterX-Seed 100, alcanza la resistencia de diseño de un concreto $f'c=210$ kg/cm² en 24 horas.

H_i : la adición de aditivo químico MasterX-Seed 100, no alcanza la resistencia de diseño de un concreto $f'c=210$ kg/cm² en 24 horas.

La hipótesis Nula: $H_0: \mu_{\bar{X}_{cp}} \leq \mu_{\bar{X}_{aq}}$

La hipótesis de investigación: $H_1: \mu_{\bar{X}_{cp}} > \mu_{\bar{X}_{aq}}$

Donde:

$\mu_{\bar{X}_{aq}}$: representa la media aritmética de la resistencia a la compresión del concreto normal (sin aditivo químico)

$\mu_{\bar{X}_{cp}}$: representa la media aritmética de la resistencia a la compresión del concreto tipo fast track, con diferentes porcentajes de aditivo, (con aditivo químico).

5.4.1.2. Cálculo de muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n = muestra

$Z = 1.96$

$p = 0.994$ (99.4%)

$q = 0.006$ (0.6%)

$e = 0.05$ (5%)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.994 * 0.006}{0.5^2}$$

$$n = 9.16 \cong 9$$

Se toma el valor de 99.4% de probabilidad a favor, ya que hay investigaciones, donde el concreto fast track ha alcanzado más del 95% de resistencia a la compresión en 24 horas, por lo tanto, la probabilidad de que se alcance el objetivo de esta investigación, tiene mayor probabilidad de cumplirse.

5.4.1.3. Nivel de significancia

El nivel de significancia para esta investigación es del 0.05 o 5%, puesto que es la más utilizada y las común, el nivel de 5% nos indica que, al diseñar un ensayo de hipótesis, hay solo 5 ocasiones de 100 para rechazar la hipótesis, lo que significa que se puede cometer error con una probabilidad de 0.05.

Por lo tanto, el valor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

5.4.1.4. Estadístico de prueba

Para la presente investigación se utilizará el diseño de la t de Student para la prueba de hipótesis, puesto que se tiene variables independientes cuantitativas y el número de variables es menor a 30.

La hipótesis de estudio es de la siguiente manera:

$$\mu\bar{X}_{cp} > \mu\bar{X}_{aq}$$

Por consiguiente, se trata de una Test de una sola cola, el estadístico de prueba para una distribución de t-student con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad es la siguiente.

$$t_p = \frac{\mu\bar{X}_{cp} - \mu\bar{X}_{aq}}{s_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Donde:

$\mu\bar{X}_{cp}$ = media de la resistencia a la compresión del concreto patrón.

$\mu\bar{X}_{aq}$ = Medias de las resistencias a compresión del concreto con adición de aditivo químico en 2%, 3% y 4%.

a. Cálculo de la media aritmética y desviación standard del concreto patrón

Tabla 49

Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto patrón

Resultado a	Media aritmética (X - \bar{X})	(X - \bar{X})²
compresión de		
especímenes (X)		
203.25	203.25 - 207.27 = -4.025	16.21
209.23	209.23 - 207.27 = 1.95	3.82
212.43	212.43 - 207.27 = 5.15	26.57
198.45	198.45 - 207.27 = -8.82	77.89
201.45	201.45 - 207.27 = -5.82	33.94
214.63	214.63 - 207.27 = 7.35	54.09
205.46	205.46 - 207.27 = -1.81	3.30
209.74	209.74 - 207.27 = 2.46	6.07
210.84	210.84 - 207.27 = 3.56	12.71
	Sumatoria	234.58

Nota: Fuente: Elaboración propia

- **Caculo de a media aritmética concreto patrón**

$$\bar{X} = \frac{\sum n}{n}$$

Donde:

n = resultado de las muestras

operacionalizando

$$\bar{X} = \frac{203.25 + 209.23 + 212.43 + 198.45 + 201.45 + 214.63 + 205.46 + 209.74 + 210.84}{9}$$

$$\bar{X} = 207.27$$

- **Cálculo de la desviación standard del concreto patrón**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{234.58}{8}} = 5.415$$

b. Cálculo de la media aritmética y desviación standard del fast track diseño 01

Tabla 50

Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC2% + SP 0.5%)

Resultado a compresión de especímenes (X)	Media aritmética (X - \bar{X})	(X - \bar{X})²
164.95	164.95 - 159.98 = 4.97	24.61
149.55	149.55 - 159.98 = -10.44	109.00
148.99	148.99 - 159.98 = -10.99	120.93
151.72	151.72 - 159.98 = -8.26	68.33
141.46	141.46 - 159.98 = -18.52	343.17
157.43	157.43 - 159.98 = -2.55	6.53
173.99	173.99 - 159.98 = 14.01	196.32
178.21	178.21 - 159.98 = 18.22	332.03

173.58	173.58 - 159.98 = 13.58	184.68
	Sumatoria	1385.60

Nota: Fuente: Elaboración propia

- **Caculo de la media aritmética concreto fast track diseño 01**

$$\bar{X} = \frac{\sum n}{n}$$

Donde:

n = resultado de las muestras

operacionalizando

$$\bar{X} = \frac{164.95 + 149.55 + 148.99 + 151.72 + 141.46 + 157.43 + 173.99 + 178.21 + 173.58}{9}$$

$$\bar{X} = 159.98$$

- **Cálculo de la desviación standard del concreto fast track (AC 2% + SP 0.5%)**

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1385.60}{8}} = 13.16$$

- **Cálculo de t_p (estadístico de prueba) del concreto fast track (AC 2% + SP 0.5%)**

$$t_p = \frac{207.27 - 159.98}{13.16 * \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}}}$$

$$t_p = 7.62$$

c. Cálculo de la media aritmética y desviación standard del fast track diseño 02

Tabla 51

Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC3% + SP 0.5%)

Resultado a compresión de especímenes (X)	Media aritmética (X - \bar{X})	(X - \bar{X})²
166.15	166.15 - 165.03 = 1.12	1.26
178.66	178.66 - 165.03 = -13.63	185.90
178.36	178.36 - 165.03 = 13.33	177.83
176.24	176.24 - 165.03 = 11.21	125.76
149.16	149.16 - 165.03 = -15.86	251.77
171.36	171.36 - 165.03 = 6.33	40.09
165.19	165.19 - 165.03 = 0.16	0.03
147.67	147.67 - 165.03 = -17.36	301.45
152.46	152.46 - 165.03 = -12.57	158.04
	Sumatoria	1242.13

Nota: Fuente: Elaboración propia

• **Caculo de la media aritmética concreto fast track diseño 01**

$$\bar{X} = \frac{\sum n}{n}$$

Donde:

n = resultado de las muestras

operacionalizando

\bar{X}

$$= \frac{166.15 + 178.66 + 178.36 + 176.24 + 149.16 + 171.36 + 165.19 + 147.67 + 152.46}{9}$$

$$\bar{X} = 165.03$$

• **Cálculo de la desviación standard del concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)**

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1242.13}{8}} = 12.46$$

- **Cálculo de t_p (estadístico de prueba) del concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)**

$$t_p = \frac{207.27 - 165.02}{12.46 * \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}}}$$

$$t_p = 7.19$$

d. Cálculo de la media aritmética y desviación standard del fast track diseño 03

Tabla 52

Calculo de la media aritmética y desviación standard para el concreto fast track (AC4% + SP 0.5%)

Resultado a compresión de especímenes (X)	Media aritmética (X - \bar{X})	(X - \bar{X})²
221.11	221.11 - 212.12 = 8.98	80.78
221.32	221.32 - 212.12 = 9.19	84.54
205.97	205.97 - 212.12 = -6.15	37.91
218.75	218.75 - 212.12 = 6.62	43.89
196.75	196.75 - 212.12 = -15.37	236.44
244.58	244.58 - 212.12 = 32.45	1053.26
181.44	181.44 - 212.12 = -30.68	941.46
227.21	227.21 - 212.12 = 15.08	227.63
191.99	191.99 - 165.03 = -20.13	405.30
	Sumatoria	3111.20

Nota: Fuente: Elaboración propia

- **Caculo de la media aritmética concreto fast track diseño 01**

$$\bar{X} = \frac{\sum n}{n}$$

Donde:

n = resultado de las muestras

operacionalizando

$$\bar{X} = \frac{221.11 + 221.32 + 205.97 + 218.75 + 196.75 + 244.58 + 181.44 + 227.21 + 191.99}{9}$$

$$\bar{X} = 212.12$$

- **Cálculo de la desviación standard del concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)**

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{3111.20}{8}}$$

$$S = 19.72$$

- **Cálculo de t_p (estadístico de prueba) del concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)**

$$t_p = \frac{207.27 - 212.12}{19.72 * \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}}}$$

$$t_p = -0.52$$

Tabla 53

Resultados de media aritmética y desviación standard para el diseño 01, 02 y 03 del concreto fast track

Cálculo de:	Diseño 01 (AC 2% + SP 0.5%)	Diseño 02 (AC 3% + SP 0.5%)	Diseño 03 (AC 4% + SP 0.5%)
--------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

Media aritmética	159.98	165.03	212.12
Desviación standard	13.16	12.46	19.72

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.4.1.5. Formular la regla de decisión

Esta investigación se formula teniendo en cuenta que la prueba es unilateral de una cola.

Para pruebas unilaterales, se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$t_{n+m-2} > t_{\alpha, n+m-2}, \text{ tambien: } t_p > t_{\text{tabla}}$$

El valor crítico, para la aceptación de rechazo de la hipótesis nula de acuerdo a las tablas t student, para un nivel de significancia de 0.05 y 16 grados de libertad, que definido en:

$$t_{n+m-2} = t_{0.05, 9+9-2} = t_{0.05, 4} = 2.12$$

Como se muestra en la siguiente figura, donde si el t_p superior a 2.12, se rechaza la hipótesis nula, en cambio si el t_p es inferior a 2.12 no se rechaza la hipótesis nula.

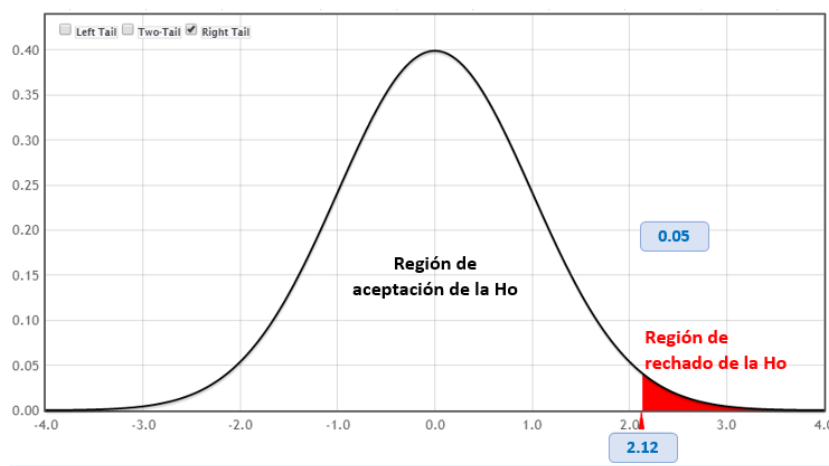


Figura 15 Gráfico del estadístico de t para $\alpha = 0.05$ y 16 grados de libertad

Fuente: StatKey.com - Theoretical Distribution

5.4.1.6. Toma de una decisión

La toma de una decisión (No se rechaza H_0 , o se rechaza H_0 y se acepta H_1) se hará respecto a los estadísticos de prueba calculados anteriormente para los diferentes diseños.

a. A la edad de 24 horas

Los estadísticos de prueba que se han calculado para cada tipo de diseño de concreto se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 54

Decisión de la hipótesis H_0 con el t_p para el concreto a la edad de 24 horas

No de ensayos	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	D1: (AC 2% + SP0.5%)	D1: (AC 3% + SP0.5%)	D1: (AC 4% + SP0.5%)
$t_p =$	7.62	7.19	-0.52
$n_1 - n_2 - 2$	16	16	16
$t_{tabla} =$	2.12	2.12	2.12
Decisión	Se rechaza la hipótesis Nula H_0	Se rechaza la hipótesis Nula H_0	Se acepta la hipótesis Nula H_0

Nota: fuente: elaboración propia; n_i =numero de muestras; X_i =promedio de resistencia de las muestras; S^2 = desviación estándar; $\mu\bar{X}_{cp} - \mu\bar{X}_{aq}$ = resta de resultado de promedios; S_p y t_p = formulas que ayudan en el cálculo de la distribución t de student.

De la tabla anterior se observa que el diseño 01 y 02 caen en la región de rechazo, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Para el diseño de concreto fast track 03 el estadístico de prueba es $t_p = -0.52$. Por lo que, se acepta hipótesis nula que afirma que la resistencia a compresión del concreto con la adición de aditivos químicos, alcanza su resistencia de diseño a la edad de 24 horas, con un nivel de significancia de 0.05 (5%).

5.5. A partir del costo

5.5.1. Análisis de costos unitarios para un concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Tabla 55

Análisis de precios unitarios para concreto convencional

Análisis de precios unitarios para un concreto convencional $f'c=210\text{ kg/cm}^2$						
Rendimiento	15.00 m3				Costo unitario S/.	
					297.28	
Descripción recurso						
Mano de obra		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Operario		hh	0.6000	0.3200	10.00	3.20
Oficial		hh	0.5000	0.2667	8.75	2.33
Peón		hh	4.000	2.1333	6.87	14.66
						20.19
Piedra chancada de 1"		M3		0.8800	60.00	52.80
Arena gruesa		M3		0.8800	47.00	41.36
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		Bls		8.6000	21.00	180.60
Agua		M3		0.1630	5.00	0.82
						275.58
Herramientas manuales		%MO		3.0000	20.19	0.61
Mezcladora de concreto de 9 - 11p3		hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67
Vibrador de concreto 4 hp 1.35"		hm	1.0000	0.0667	3.50	0.23
						1.51

Nota: fuente: elaboración propia

El análisis de precios unitarios para el concreto convencional, son precios reales con las cuales se ha adquirido cada uno de los materiales.

5.5.2. Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 2% - SP 0.5%)

F'C=210kg/cm2

Tabla 56

Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 2% + SP 0.5%)

Análisis de precios unitarios para un concreto f'c=210 kg/cm2 con aditivo (AC 2% - SP 0.5%)						Costo unitario S/.
Rendimiento	15.00 m3					412.71
Descripción recurso						
Mano de obra		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Operario		hh	0.6000	0.3200	10.00	3.20
Oficial		hh	0.5000	0.2667	8.75	2.33
Peón		hh	4.000	2.1333	6.87	14.66
						20.19
Piedra chancada de 1"		M3		0.8800	60.00	52.80
Arena gruesa		M3		0.8800	47.00	41.36
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		Bls		8.6000	21.00	180.60
Accelerante de fragua MasterXseed-100		Kg		7.3300	13.50	98.96
Súper plastificante Master glenium SCC 3800		Kg		1.8300	9.50	16.47
Agua		M3		0.1630	5.00	0.82
						391.01
Herramientas manuales		%MO		3.0000	20.19	0.61
Mezcladora de concreto de 9 - 11p3		hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67
Vibrador de concreto 4 hp 1.35"		hm	1.0000	0.0667	3.50	0.23
						1.51

Nota: fuente: elaboración propia

El análisis de precios unitarios para el diseño N°1 con aditivos al (AC 2% - SP 0.5%), alcanzan un costo de S/. 412.71 nuevos soles para 1 m3 de concreto, este monto difiere del

concreto convencional en S/. 115.43 nuevos soles, equivalente en un 38.82% más al concreto convencional.

a. Variación de costo del concreto Fast track (AC 2% - SP 0.5%) respecto al concreto convencional

Tabla 57

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 2% - SP 0.5%)

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 2% - SP 0.5%)			
Descripción	Precio por metro cubico	Varianza en consto	Varianza en %
Concreto convencional	S/. 297.28	S/. 0.00	0.00%
Concreto Fast Track	S/. 412.71	S/. 115.43	38.82%

Nota: fuente: elaboración propia

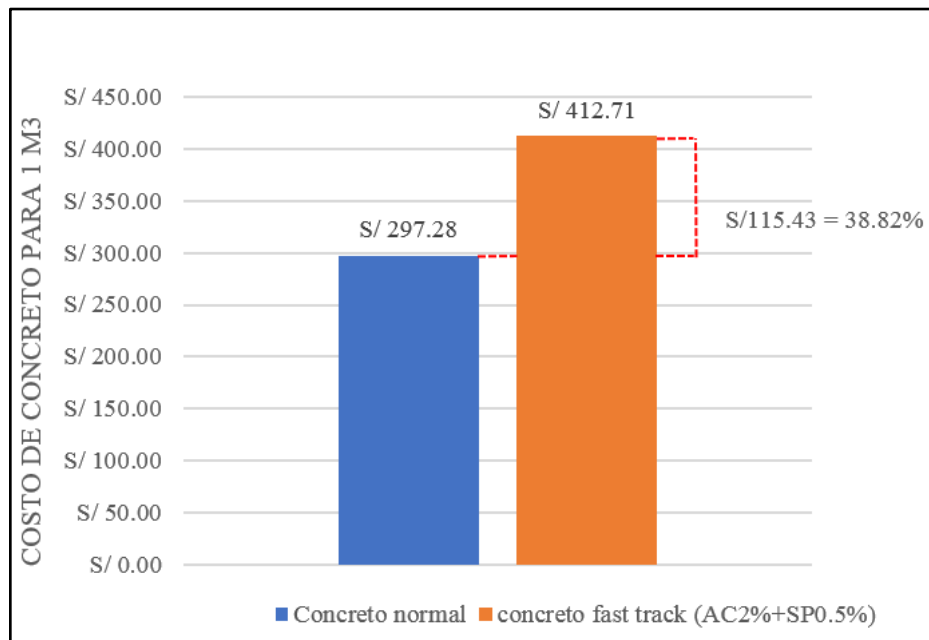


Figura 16. *Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 2% + SP 0.5%)*

Fuente: elaboración propia

5.5.3. Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 3% - SP 0.5%)

F'C=210kg/cm2

Tabla 58

Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 3% + SP 0.5%)

Análisis de precios unitarios para un concreto f'c=210 kg/cm2 con aditivo (AC 3% - SP 0.5%)						
Rendimiento	15.00 m3					Costo unitario S/.
						462.25
Descripción recurso						
Mano de obra		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Operario		hh	0.6000	0.3200	10.00	3.20
Oficial		hh	0.5000	0.2667	8.75	2.33
Peón		hh	4.000	2.1333	6.87	14.66
						20.19
Piedra chancada de 1"		M3		0.8800	60.00	52.80
Arena gruesa		M3		0.8800	47.00	41.36
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		Bls		8.6000	21.00	180.60
Accelerante de fragua MasterXseed-100		Kg		11.000	13.50	148.50
Súper plastificante Master glenium SCC 3800		Kg		1.8300	9.50	16.47
Agua		M3		0.1630	5.00	0.82
						440.55
Herramientas manuales		%MO		3.0000	20.19	0.61
Mezcladora de concreto de 9 - 11p3		hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67
Vibrador de concreto 4 hp 1.35"		hm	1.0000	0.0667	3.50	0.23
						1.51

Nota: fuente: elaboración propia

El análisis de precios unitarios para el diseño N°1 con aditivos al (AC 3% - SP 0.5%), alcanzan un costo de S/. 462.25 nuevos soles para 1 m3 de concreto, este monto difiere del

concreto convencional en S/. 164.97 nuevos soles, equivalente en un 55.49% más al costo del concreto convencional.

a. Variación en costo del concreto Fast track (AC 3% - SP 0.5%) respecto al concreto convencional

Tabla 59

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 3% - SP 0.5%)

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 3% - SP 0.5%)			
Descripción	Precio por metro cubico	Varianza en consto	Varianza en %
Concreto convencional	S/. 297.28	S/. 0.00	0.00%
Concreto Fast Track	S/. 562.25	S/. 164.97	55.49%

Fuente: Elaboración propia

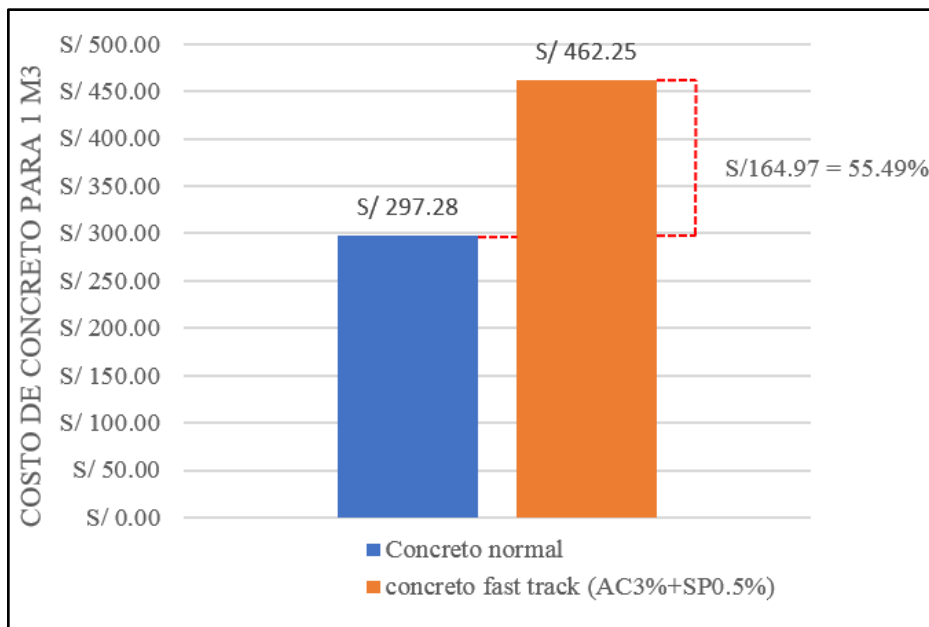


Figura 17. *Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 3% + SP 0.5%)*

Fuente: elaboración propia

5.5.4. Análisis de costos unitarios para diseño N°1 (AC 4% - SP 0.5%)

F'C=210kg/cm2

Tabla 60

Análisis de precios unitarios para diseño 1 (AC 4% + SP 0.5%)

Análisis de precios unitarios para un concreto f'c=210 kg/cm2 con aditivo (AC 4% - SP 0.5%)						Costo unitario S/.
Rendimiento	15.00 m3					511.80
Descripción recurso						
Mano de obra		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Operario		hh	0.6000	0.3200	10.00	3.20
Oficial		hh	0.5000	0.2667	8.75	2.33
Peón		hh	4.000	2.1333	6.87	14.66
						20.19
Piedra chancada de 1"		M3		0.8800	60.00	52.80
Arena gruesa		M3		0.8800	47.00	41.36
Cemento portland tipo I (42.5 kg)		Bls		8.6000	21.00	180.60
Acelerante de fragua MasterXseed-100		Kg		14.67	13.50	198.05
Súper plastificante Master glenium SCC 3800		Kg		1.8300	9.50	16.47
Agua		M3		0.1630	5.00	0.82
						490.10
Herramientas manuales		%MO		3.0000	20.19	0.61
Mezcladora de concreto de 9 - 11p3		hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67
Vibrador de concreto 4 hp 1.35"		hm	1.0000	0.0667	3.50	0.23
						1.51

Fuente: Elaboración propia

El análisis de precios unitarios para el diseño N°1 con aditivos al (AC 4% - SP 0.5%), alcanzan un costo de S/. 511.80 nuevos soles para 1 m3 de concreto, este monto difiere del

concreto convencional en S/. 214.52 nuevos soles, equivalente en un 72.19% más al costo del concreto convencional.

a. Variación en costo del concreto Fast track (AC 4% - SP 0.5%) respecto al concreto convencional

Tabla 61

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 4% - SP 0.5%)

Comparación de costo del concreto convencional con concreto Fast Track (AC 4% - SP 0.5%)			
Descripción	Precio por metro cubico	Varianza en consto	Varianza en %
Concreto convencional	S/. 297.28	S/. 0.00	0.00%
Concreto Fast Track	S/. 511.80	S/. 214.52	72.19%

Fuente: Elaboración propia

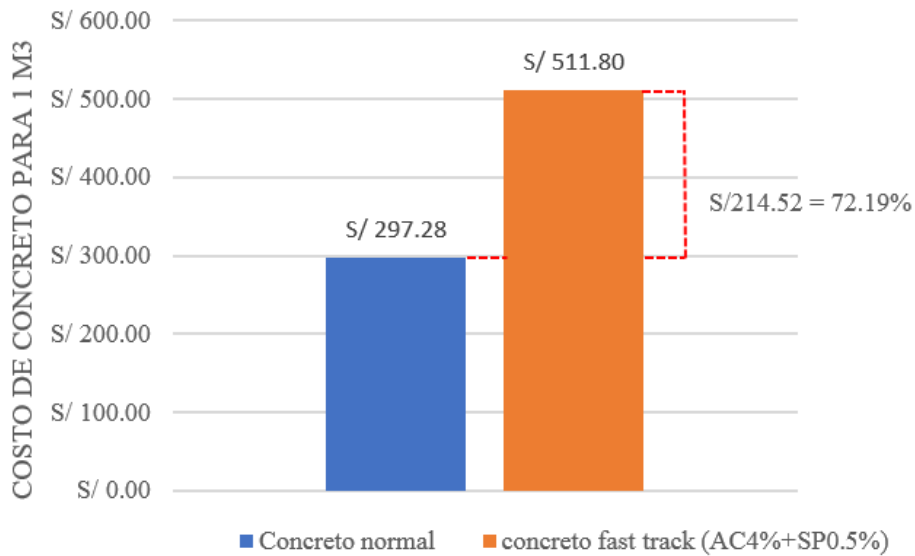


Figura 18. *Varianza de costo de fabricación de un concreto normal y un concreto fast track (AC 4% + SP 0.5%)*

Fuente: elaboración propia

Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusión general

Se logró obtener un diseño de concreto fast track, que alcanza la resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a las 24 horas, para este diseño se adicionó aditivo acelerante de fragua del 4% del peso del cemento; esta dosificación alcanzó una resistencia de diseño promedio de 212.12 kg/cm^2 .

6.1.2. Conclusiones específicas

La relación agua cemento tomado para esta tesis es de 0.45; se toma este dato de la tabla N°04 máxima relación agua cemento para concretos sometidos a exposiciones severas, del autor Ing. Flavio Abanto Morales.

Eslamp para el diseño de mezcla es de 1" a 2", este considerado como concreto de consistencia seca. Las bondades del aditivo super plastificante Glenium SCC 3800, permite hacer diseños de concreto con relación de agua cemento $a/c = 0.32$, por lo tanto, estos son considerados también concretos de consistencia seca.

Según el manual de carreteras especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013, indica que se puede aperturar al tránsito cuando el concreto haya alcanzado una resistencia a la compresión del 80%, y en este caso la segunda y tercera dosificación, son recomendables para ser utilizados como concretos que alcanzan la resistencia requerida en 24 horas.

El costo de fabricación del concreto Fast Track, de las tres dosificaciones (AC 2% + SP 0.5%, AC 3% + SP 0.5%, AC 4% + SP 0.5%), difieren en cuanto al consto del concreto

convencional en un 38.83%,55.49%y72.19% respectivamente paran un 1 m³ de concreto. Aparentemente un costo muy alto, pero de se debe tener en cuenta que un concreto normal para aperturar al tránsito va requerir un fraguado no menor de 10 días.

6.2. Recomendaciones

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.

Para el diseño de mezcla, en climas frías como es Juliaca, se recomienda tomar la relación agua cemento 0.45, esto con la finalidad de iniciar desde ya con la reducción de agua de mezcla, y esta a su vez alcance una resistencia a la compresión en el tiempo requerido.

Para la reducción de agua de diseño de mezcla, según al tamaño máximo nominal del agregado grueso y el slump, se debe primeramente determinar el porcentaje de vacíos de la arena en un 35% como mínimo, esto se puede determinar con la formula planteada en la Pag. 91 de la presente tesis.

Al utilizar el super plastificante Master Glenium SCC 3800, para una relación de agua cemento 0.45, este se debe emplear en su dosificación mínima, ya que este aditivo tiene bondades para ser empleados en su dosificación máxima, para relación agua cemento de hasta 0.32, dichos concretos son denominados de consistencia seca.

Se debe tener en cuenta que el fraguado inicial del concreto fast track, diseñado para esta investigación termina en un tiempo aproximado de 45 a 50 minutos, pasado este tiempo el concreto colocado ya no tiene manejabilidad.

Es posible hacer el desencofrado en un tiempo ascendente de 3.5 horas en adelante, conforme al porcentaje de adición de aditivo acelerante.

Para emplear cualquier norma o método extranjero, para aplicarla en nuestro medio, se debe tener en cuenta, que han sido investigaciones para otras realidades diferente a la nuestra, por lo que se recomienda, hacer todos ensayos requeridos de los materiales, antes de hacer el diseño de mezcla.

Referencias

- Abanto, C. F. (2008). *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos E.I.R.L. (Vol. 238).
- Baca, J. F., & Boy, S. R. (2015). *Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado*. *Lexus*, 4(None), 37.
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de pavimentos de concreto*. 06/2014. Retrieved from <https://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2014/06/Topicos-de-pavimentos.jpg>
- Burgos, M. (2014). *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira - en Arenal, en la comunidad de Valdivia*.
- Canales, F. H. De, Alvarado, E. L. De, & Pineda, E. B. (n.d.). *Manual para el desarrollo de personal de salud*.
- Castro, D. J. (2003). *Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura*.
- Cementos Bio Bio S.A. (2013). *Cementos, fabricación y clasificación*, 27. Retrieved from http://www.cbb.cl/cementos/PutDocument.aspx%3FFile%3D576096_CEMENTO%2520FABRICAC.pdf
- Cemex. (2013). *Catálogo soluciones cemex*, 162.
- Flores, E. C., & Apaza, B. I. D. (2009). "Control de calidad en obra para homigones de alto desempeño," 76.
- Guzmán, E. Y., & Yovera, T. C. (2016). *Comparación del concreto Fast Track y el concreto convencional para el diseño de pavimentos rígidos*.
- Hanco, H. (2016). *Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro - Jr. Francisco Pizarro. Factores Socioeconómicos Que Determinan El Comercio Informal En La Ciudad De Juliaca, Caso: "Mercado Mi Peru" 2018*, 113. Retrieved from

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9408/Rosa_Enriquez_Yuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ICPA. (2001). *Instituto del cemento Portland Argentino*.

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tenesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*.

Master. (2014). *MasterX-Seed 100*, 1–4.

Master. (2016). *MasterGlenium® SCC 3800*, 1–3.

MPSRJ - Plan Director. (2016). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Juliaca 2016 - 2022*.

MTC. (2013). *Manual de carreteras Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*.

Osorio. (2011). *pavimentos rigidos tipos construccion*.

Pasquel, E. (1999). *temas de tecnologia del concreto en el peru Enrique Pasquel*.

Portugal, B. P. (2007). *Tecnologia del concreto de alto desempeño*, 667.

R. Hernández, C. Fernández, M. B. et al. (2010). *Metodología de la Investigación*.

Salinas, E. I., & Vasco, P. (2015). *Estudio de hormigones de alta resistencia y su incidencia en la durabilidad de la capa de rodadura de las vías en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua*.

Sánchez, C. E. (2007). *Técnica de rápida rehabilitación al tránsito en pavimentos rigidos Fast - Track*.

Sika. (2019). *Sika® Antisol® S*, 3–5.

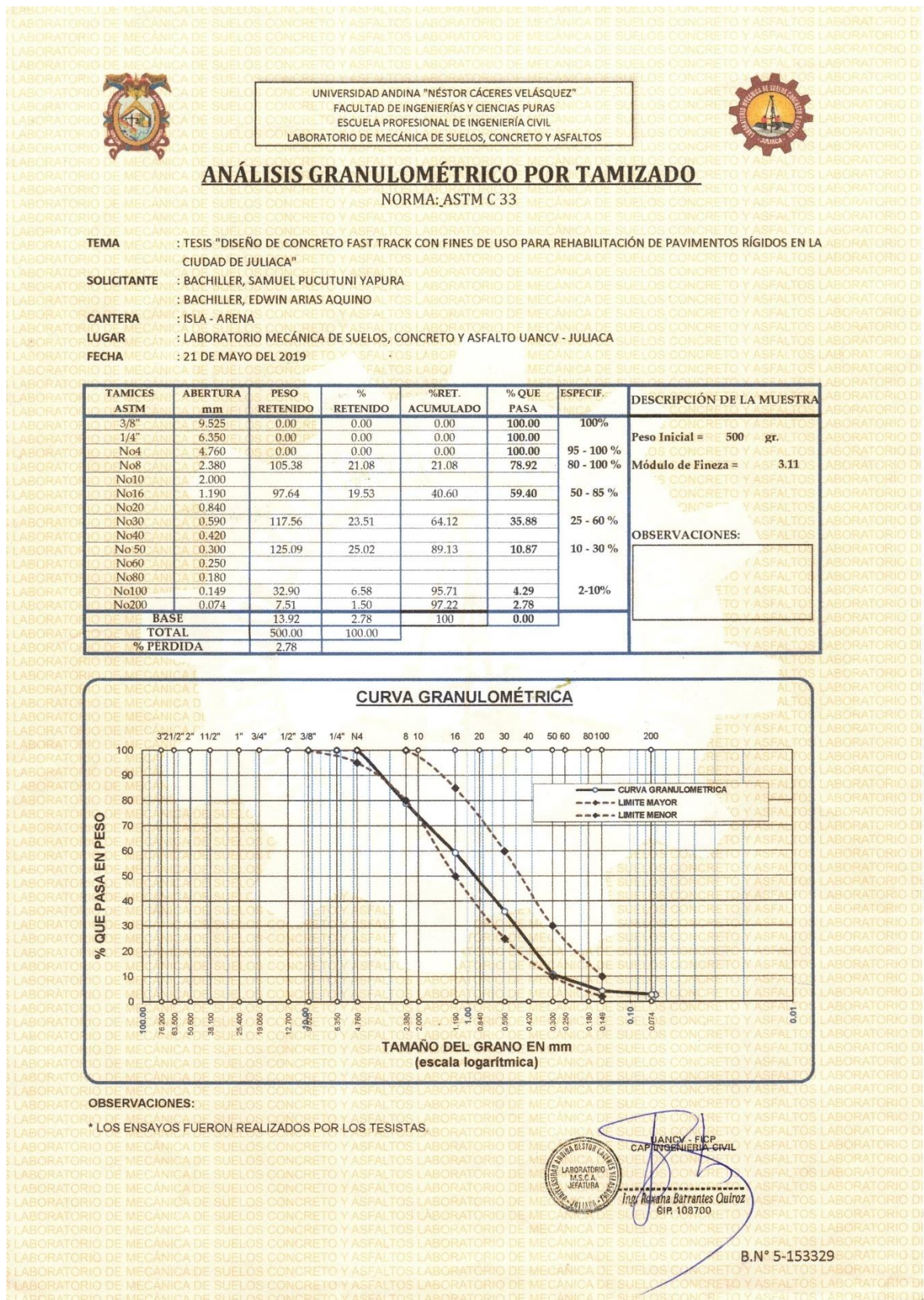
Toledo, M. A. (2010). *Concreto Fast Track o concreto de alta resistencia inicial en la construcción de pavimento rígido en Lima metropolitana.pdf*.

Universidad de Alcalá, departamento de E. (2005). *Métodos de análisis de datos en ecología*, 1–31.

Anexos

Anexo A: Propiedades de los materiales

Anexo A-1: Agregados





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

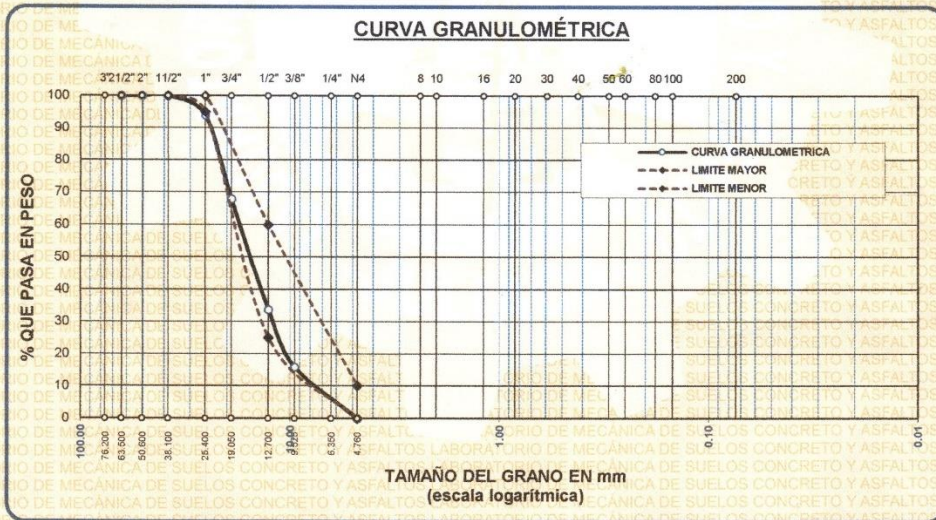


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TEMA : TESIS "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : BACHILLER, SAMUEL PUCUTUNI YAPURA
 : BACHILLER, EDWIN ARIAS AQUINO
CANTERA : CABANILLAS - PIEDRA CHANCADA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA : 21 DE MAYO DEL 2019

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 5000 gr. Tamaño máx. nominal = 1" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	309.00	6.18	6.18	93.82		
3/4"	19.050	1298.00	25.96	32.14	67.86		
1/2"	12.700	1709.00	34.18	66.32	33.68	20 - 55 %	
3/8"	9.525	893.00	17.86	84.18	15.82		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	791.00	15.82	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		5000.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES:
 • LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR LOS TESISISTAS.



UANCV FICP
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ing. Roxana Barrantes Quiroz
 CIP. 108708

B.N° 5-153329



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : TESIS "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE : BACHILLER, SAMUEL PUCUTUNI YAPURA

BACHILLER, EDWIN ARIAS AQUINO

CANTERA : CABANILLAS - PIEDRA CHANCADA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA : 21 DE MAYO DEL 2019

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (PIEDRA CHANCADA)

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2111 cm ³	2111 cm ³	2111 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	8685.00 gr	8730.00 gr	8700.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	2725.00 gr	2770.00 gr	2740.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.291 gr/cm ³	1.312 gr/cm ³	1.298 gr/cm ³
PROMEDIO	1.301 gr/cm ³		

DENSIDAD MAXIMA AGREGADO (PIEDRA CHANCADA)

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2111 cm ³	2111 cm ³	2111 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9150.00 gr	9160.00 gr	9135.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3190.00 gr	3200.00 gr	3175.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.511 gr/cm ³	1.516 gr/cm ³	1.504 gr/cm ³
PROMEDIO	1.511 gr/cm ³		

OBSERVACIONES:

* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR LOS TESISISTAS.



UANCV - FICP
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Ing. *Marina Barrantes Quiroz*
 CIR. 109700

B.N° 5-153329



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : TESIS "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE : BACHILLER, SAMUEL PUCUTUNI YAPURA

SOLICITANTE : BACHILLER, EDWIN ARIAS AQUINO

CANTERA : ISLA - ARENA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA : 21 DE MAYO DEL 2019

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2100 cm ³	2100 cm ³	2100 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9190.00 gr	9185.00 gr	9195.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3230.00 gr	3225.00 gr	3235.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.538 gr/cm ³	1.535 gr/cm ³	1.540 gr/cm ³
PROMEDIO	1.538 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2100 cm ³	2100 cm ³	2100 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9380.00 gr	9410.00 gr	9365.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3420.00 gr	3450.00 gr	3405.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.628 gr/cm ³	1.643 gr/cm ³	1.621 gr/cm ³
PROMEDIO	1.631 gr/cm ³		

OBSERVACIONES:

* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR LOS TESISISTAS.



UANCV - EICP
 CAP. INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Roldán Barrantes Quiroa
 CIP. 108700

B.N° 5-153329



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TEMA : TESIS "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : BACHILLER, SAMUEL PUCUTUNI YAPURA
CANTERA : BACHILLER, EDWIN ARIAS AQUINO
LUGAR : ISLA - ARENA
FECHA : CABANILLAS - PIEDRA CHANCADA
FECHA : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA : 21 DE MAYO DEL 2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 486.37
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 500.00
N° 8	105.38	21.08	21.08	78.92	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1312.34
N° 16	97.64	19.53	40.60	59.40	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1616.39
N° 30	117.56	23.51	64.12	35.88	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	125.09	25.02	89.13	10.87	Wc+B =	1812
N° 100	32.90	6.58	95.71	4.29	Wc+B-W =	196
N° 200	7.51	1.50	97.22	2.78	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.55 gr/cm ³
FONDO	13.92	2.78	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	13.63
Mf = MODULO DE FINEZA 3.11					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 2.80 %

PIEDRA CHANCADA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 784.62
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.00
1"	309	6.18	6.18	93.82	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1312.34
3/4"	1298	25.96	32.14	67.86	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1800.12
1/2"	1709	34.18	66.32	33.68	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	893	17.86	84.18	15.82	Wc+B =	2112
1/4"	791	15.82	100.00	0.00	Wc+B-W =	312
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.56 gr/cm ³
SUMA	5000.00	100.00			ABSORCIÓN	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B =	800.00
					B-A =	15.38
					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 1.96 %

OBSERVACIONES:
• LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR LOS TESISISTAS.




ING. JAVIER FERRER
INGENIERÍA CIVIL
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700


B. N° 5-153329

Anexo A: Diseño de Mezcla

Anexo B - 1: Diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

TEMA: TESIS "DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE: BACHILLER, SAMUEL PUCUTUNI YAPURA

CANTERA: BACHILLER, EDWIN ARIAS AQUINO

UBICACIÓN: ISLA - ARENA

FECHA: CABANILLAS - PIEDRA CHANCADA

PROCESO DE DISEÑO: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

NORMAS: ACI 211.174
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 1" a 2" (25.40 mm. A 50.80 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1" (25.40mm)


Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.56	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1511	1631
P.U. Suelto	1301	1538
% de Absorción	1.96	2.80
% de Humedad Natural	1.10	3.95
Modulo de Fineza	-	3.11

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 1" a 2" (25.40 mm. A 50.80 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nom 1" (25.40mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 160 Lt/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.45
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de: $(160 \text{ Lt/m}^3) / (0.45) = 356 \text{ Kg/m}^3$



Ing. Roxana Barrantes Quiroz
C.I.F. 198705

B.N.º 5-153329

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.11 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1511 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.639 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6394) * (1511) = 966 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (160) / (1000) = 0.160 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (356) / (3.14 * 1000) = 0.113 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (966) / (2.56 * 1000) = 0.377 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (1.0) / (100) = 0.010 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.660 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.660) = 0.340 \text{ m}^3$$

$$(0.340) * (2.55) * 1000 = 867 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (966) * (1.01097) = 976 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (867) * (1.0395) = 901 \text{ Kg.}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$160 - 966 * \left(\frac{1.10 - 1.96}{100} \right) - 867 \left(\frac{3.95 - 2.80}{100} \right) = 158$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	356	1.00	356	1.00
Agua	160	0.45	158	0.45
Agreg. Grueso	966	2.72	976	2.75
Agreg. Fino	867	2.44	901	2.54
Aire	1.0 %		1.0 %	

8.37 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento 42.50 Kg.

Agregado fino húmedo 107.74 Kg.

Agregado grueso húmedo 116.72 Kg.

Agua efectiva 18.93 Kg.



B.N° 5-153329

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
2.48 p3 de Arena	2.5 p3 de Arena
3.17 p3 de Piedra Chancada	3.2 p3 de Piedra Chancada
19 Lt de Agua	19 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

















OBSERVACIONES:

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR LOS TESISTAS.

JANIV - FICP
CAR INGENIERIA CIVIL
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP 108700

B.N° 5-153329

Anexo B: Aforo Vehicular

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO																			
PROYECTO:		DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA																	
UBICACIÓN:		San Roman		LOCALIDAD: Juliaca															
ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA →																			
TRAMO DE CARRETERA :		Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO																	
CARRIL SENTIDO :		Derecho →		e						zquierdo ←						FECHA 06 de mayo del 2019			
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL		
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3			
DIAGRAMA VEHICULAR																			
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	89	64	94	29	6	7	15	2	0	1	1	2	2	0	0	1	313		
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	287	104	214	65	13	3	28	6	1	1	0	4	0	0	0	0	726		
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	324	127	233	68	14	6	35	18	0	0	2	9	0	0	0	1	837		
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	310	136	239	72	10	5	36	15	1	0	4	11	0	0	1	0	840		
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	285	153	236	76	9	3	28	11	2	1	2	6	1	0	0	0	813		
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	243	142	227	63	10	5	22	9	0	0	3	5	0	0	0	1	730		
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	219	151	230	70	11	6	18	10	1	0	0	3	0	0	0	2	721		
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	198	147	244	73	8	2	14	12	0	1	1	3	1	0	1	0	705		
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	211	119	235	69	9	0	17	9	2	1	0	1	0	0	2	3	678		
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	238	168	232	75	12	3	18	12	3	0	0	4	1	0	0	2	768		
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	231	153	228	70	8	4	14	6	2	1	1	0	0	1	1	3	723		
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	184	149	237	69	10	2	19	4	0	0	2	3	1	2	0	0	682		
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	221	156	267	72	11	3	9	1	1	0	0	0	1	0	1	2	745		
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	234	164	235	64	12	2	2	2	0	1	0	0	0	1	2	3	722		
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	230	156	242	66	13	5	2	4	0	0	0	0	2	0	0	1	721		
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	253	142	213	41	7	3	0	0	0	0	0	5	4	0	0	3	671		
TOTAL	3757	2231	3606	1042	163	59	277	121	13	7	16	56	13	4	8	22	11395		
PROMEDIO	235	139	225	65	10	4	17	8	1	0	1	4	1	0	1	1	712		
INDICE PROMEDIO																712			

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACKCON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca
















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

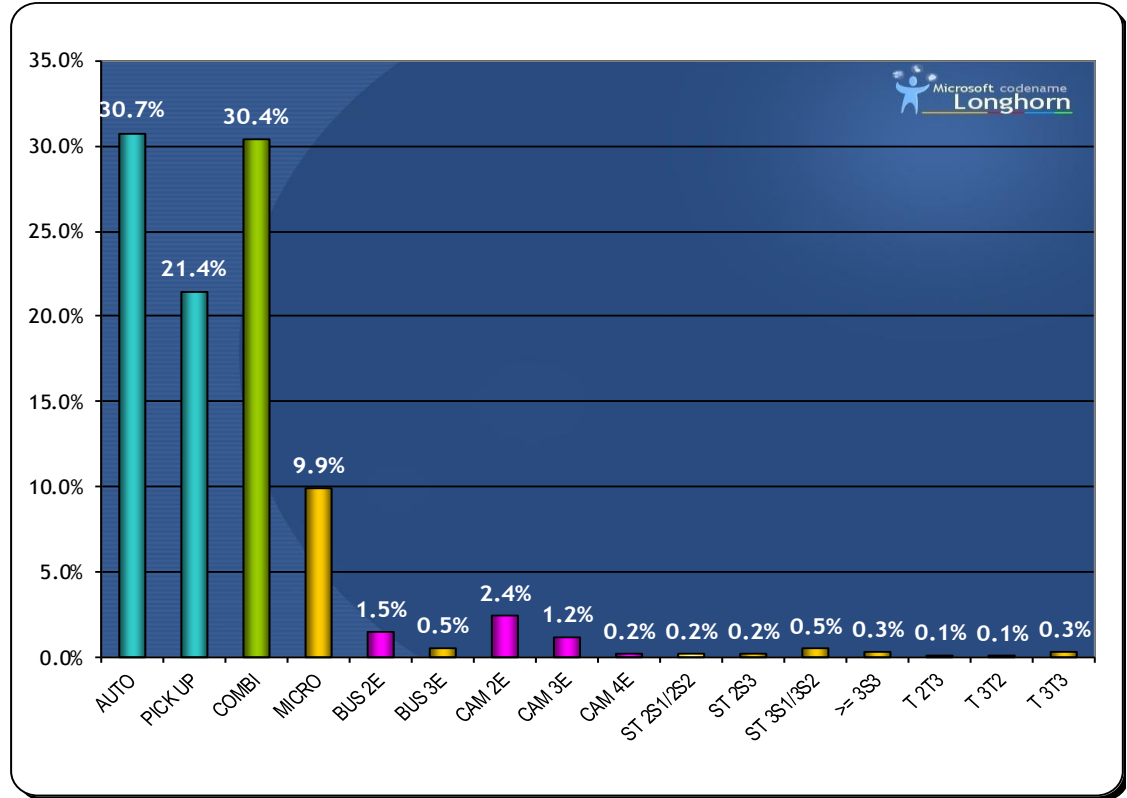
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 06 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	91	64	98	23	2	7	12	3	0	3	1	2	3	0	3	1	313
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	209	104	202	65	12	3	24	6	1	2	2	4	0	0	0	3	637
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	178	127	234	68	15	6	32	16	1	0	3	6	1	1	0	1	689
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	166	161	213	61	10	1	21	23	3	2	3	7	3	0	1	4	679
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	156	153	135	75	9	3	28	11	2	1	0	6	1	1	0	2	583
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	243	142	156	60	10	5	22	9	1	0	3	5	2	0	0	1	659
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	219	151	200	71	11	6	18	7	1	1	0	2	3	0	0	3	693
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	199	147	244	67	8	2	14	12	0	1	1	4	1	2	1	0	703
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	201	119	236	69	9	0	17	8	3	1	3	1	2	0	2	0	671
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	234	168	220	78	12	3	18	13	2	2	0	4	1	0	0	2	757
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	231	153	223	87	8	4	14	5	4	1	1	0	0	1	1	3	736
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	184	149	220	69	10	2	19	4	0	0	2	3	0	2	0	3	667
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	234	156	231	73	11	3	9	3	1	3	1	1	1	2	1	4	734
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	237	164	180	65	12	2	2	1	1	0	0	0	3	1	2	2	672
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	222	156	189	60	13	5	2	4	1	1	1	2	5	0	0	1	662
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	231	142	213	55	7	3	0	1	2	2	0	3	4	3	0	0	666
TOTAL	3235	2256	3194	1046	159	55	252	126	23	20	21	50	30	13	11	30	10521
PROMEDIO	202	141	200	65	10	3	16	8	1	1	1	3	2	1	1	2	658
INDICE PROMEDIO																658	

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR	DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO		3235	202	30.7%
CAMIONETAS	PICK UP 	2256	141	21.4%
	RURAL (Combi) 	3194	200	30.4%
MICRO		1046	65	9.9%
BUS	2E 	159	10	1.5%
	3E 	55	3	0.5%
CAMION	2E 	252	16	2.4%
	3E 	126	8	1.2%
	4E 	23	1	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2 	20	1	0.2%
	2S3 	21	1	0.2%
	3S1 / 3S2 	50	3	0.5%
	>= 3S3 	30	2	0.3%
TRAYLER	2T3 	13	1	0.1%
	3T2 	11	1	0.1%
	3T3 	30	2	0.3%
TOTAL		10521	658	100%



















AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA ➡

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez: ESTACION : Km. INICIO
CARRIL SENTIDO : Derecho ➡ e izquierdo ← **FECHA** 07 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	64	52	72	25	7	5	14	0	1	0	2	2	1	0	0	0	245
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	174	87	175	48	11	2	24	7	0	2	0	1	0	0	2	2	535
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	253	114	186	52	10	4	31	12	2	1	1	5	2	1	0	0	674
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	289	121	189	65	12	5	30	13	0	0	2	6	0	0	1	3	736
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	196	134	186	62	7	4	25	9	1	2	1	1	0	0	0	0	628
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	165	127	197	57	7	6	18	10	0	0	3	4	1	0	0	2	597
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	176	138	176	61	9	4	21	11	3	1	1	2	0	1	0	2	606
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	145	129	187	59	11	1	16	9	0	0	0	0	1	0	1	0	559
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	165	95	175	58	6	2	18	8	1	1	0	5	1	0	0	1	536
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	192	147	173	61	11	1	17	13	2	1	2	3	0	0	1	2	626
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	164	135	186	65	9	5	15	4	3	0	1	0	0	0	1	2	590
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	142	128	165	72	12	1	12	5	1	0	1	2	2	1	0	0	544
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	175	139	186	85	9	0	13	0	2	2	2	0	1	0	1	0	615
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	198	148	189	79	10	5	5	3	1	0	0	0	1	1	0	2	642
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	218	127	184	62	11	7	4	5	0	0	1	1	0	0	2	1	623
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	212	121	195	54	8	5	2	1	1	1	0	3	2	1	0	4	610
TOTAL	2928	1942	2821	965	150	57	265	110	18	11	17	35	12	5	9	21	9366
PROMEDIO	183	121	176	60	9	4	17	7	1	1	1	2	1	0	1	1	585
INDICE PROMEDIO																585	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

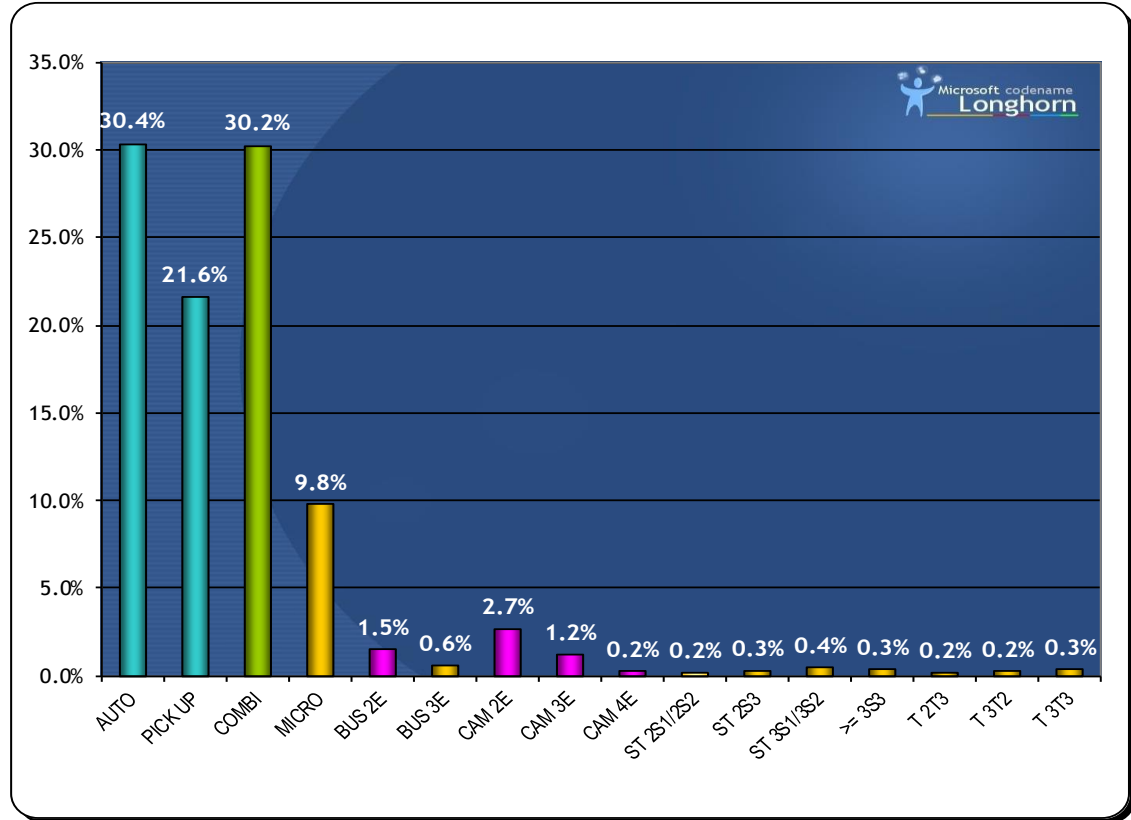
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 07 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	89	63	102	24	4	5	13	4	1	1	0	0	0	1	4	0	311
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	187	102	186	56	10	4	27	5	0	3	1	3	2	0	0	2	588
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	196	124	223	62	12	5	35	12	2	1	4	5	4	2	2	3	692
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	173	172	231	53	11	2	26	24	1	0	2	4	2	0	0	5	706
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	148	152	142	72	7	4	27	13	4	2	1	7	1	3	1	1	585
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	242	148	147	64	11	6	26	11	0	0	5	8	3	0	0	3	674
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	210	152	196	78	8	9	20	9	2	2	0	3	4	1	1	3	698
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	192	152	231	63	7	1	13	9	0	1	2	2	1	0	1	4	679
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	203	121	227	73	10	2	18	7	1	3	0	0	5	0	3	0	673
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	219	158	212	74	14	4	20	12	4	0	4	2	0	1	0	1	725
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	214	146	232	83	8	1	16	6	5	1	2	2	2	2	2	3	725
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	179	138	219	62	8	3	17	2	0	0	2	0	0	2	0	4	636
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	243	153	228	75	10	4	11	5	2	2	3	3	3	4	4	1	751
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	239	154	186	68	13	1	4	2	0	1	2	1	2	1	2	2	678
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	231	168	190	59	12	6	6	3	2	0	0	3	4	0	2	1	687
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	212	154	210	55	8	2	2	2	1	1	2	3	2	2	1	1	658
TOTAL	3177	2257	3162	1021	153	59	281	126	25	18	30	46	35	19	23	34	10466
PROMEDIO	199	141	198	64	10	4	18	8	2	1	2	3	2	1	1	2	654
INDICE PROMEDIO																654	

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR	DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO		3177	199	30.4%
CAMIONETAS	PICK UP	2257	141	21.6%
	RURAL (Combi)	3162	198	30.2%
MICRO		1021	64	9.8%
BUS	2E	153	10	1.5%
	3E	59	4	0.6%
CAMION	2E	281	18	2.7%
	3E	126	8	1.2%
	4E	25	2	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2	18	1	0.2%
	2S3	30	2	0.3%
	3S1 / 3S2	46	3	0.4%
	>= 3S3	35	2	0.3%
TRAYLER	2T3	19	1	0.2%
	3T2	23	1	0.2%
	3T3	34	2	0.3%
TOTAL		10466	654	100%



AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA →

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← FECHA 08 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	73	48	64	25	6	3	12	1	2	1	1	1	2	0	0	1	240
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	157	75	165	42	9	4	22	5	0	1	0	4	0	1	1	0	486
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	238	103	175	63	13	5	33	9	1	2	2	4	1	0	0	0	649
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	276	121	156	73	11	4	29	11	2	0	0	7	1	1	2	2	696
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	196	124	185	63	6	2	22	12	1	3	2	2	0	0	0	0	618
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	174	117	186	59	5	5	15	8	3	0	1	2	1	0	1	1	578
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	169	128	165	58	10	6	18	11	1	1	0	3	0	2	0	2	574
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	154	114	185	71	12	2	14	6	0	1	1	1	1	0	1	3	566
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	172	103	165	62	7	1	16	9	0	0	3	4	1	1	0	1	545
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	185	132	156	56	8	0	18	11	2	1	0	2	0	0	2	2	575
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	157	127	175	62	5	4	12	4	1	1	0	0	1	0	1	1	551
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	165	124	155	69	11	2	11	7	1	0	2	1	1	1	0	0	550
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	175	132	186	82	7	0	12	0	2	3	1	2	0	0	1	1	604
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	186	132	178	69	10	6	6	2	0	0	1	0	2	1	0	2	595
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	198	134	197	57	7	4	4	5	1	1	0	1	0	0	1	1	611
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	202	122	196	47	6	2	3	3	0	0	2	4	1	1	0	3	592
TOTAL	2877	1836	2689	958	133	50	247	104	17	15	16	38	12	8	10	20	9030
PROMEDIO	180	115	168	60	8	3	15	7	1	1	1	2	1	1	1	1	564
INDICE PROMEDIO																564	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

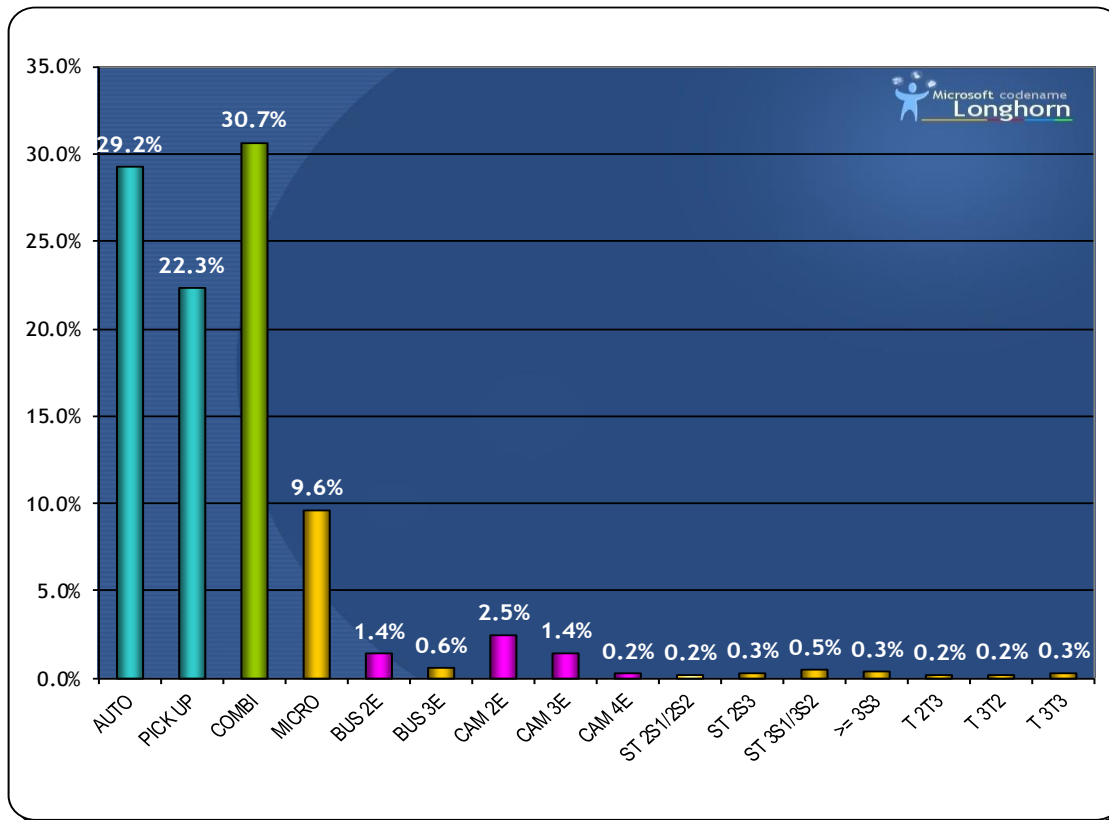
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 08 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	75	73	114	26	5	3	15	6	4	1	0	0	1	1	3	1	328
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	175	105	165	47	9	6	23	3	0	0	1	4	1	0	0	0	539
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	186	121	223	53	13	3	31	12	2	2	3	5	5	1	2	5	667
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	168	165	236	62	9	5	23	25	0	0	4	4	2	0	0	3	706
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	154	154	157	83	8	2	25	12	1	3	1	6	1	3	1	1	612
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	231	137	165	72	12	6	18	26	0	0	3	9	2	0	2	3	686
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	211	164	186	63	11	5	21	6	1	1	0	3	3	4	0	2	681
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	186	149	237	58	6	3	15	8	1	0	2	2	1	0	1	4	673
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	195	118	221	71	8	5	13	12	3	0	0	0	4	0	3	0	653
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	211	147	215	62	12	6	18	14	0	1	3	2	0	1	0	1	693
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	115	158	217	74	6	2	12	7	2	2	2	3	2	2	3	3	610
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	187	147	206	58	5	1	14	4	0	2	2	0	0	1	0	2	629
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	231	154	217	73	14	7	13	5	4	4	5	3	2	3	1	1	737
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	236	164	184	63	11	1	6	1	2	1	2	2	2	2	2	2	681
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	228	173	188	62	9	4	3	5	2	0	3	3	6	0	3	3	692
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	216	164	219	61	7	3	3	3	1	2	1	4	2	1	1	1	689
TOTAL	3005	2293	3150	988	145	62	253	149	23	19	32	50	34	19	22	32	10276
PROMEDIO	188	143	197	62	9	4	16	9	1	1	2	3	2	1	1	2	642
INDICE PROMEDIO																642	

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR	DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO		3005	188	29.2%
CAMIONETAS	PICK UP 	2293	143	22.3%
	RURAL (Combi) 	3150	197	30.7%
MICRO		988	62	9.6%
BUS	2E 	145	9	1.4%
	3E 	62	4	0.6%
CAMION	2E 	253	16	2.5%
	3E 	149	9	1.4%
	4E 	23	1	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2 	19	1	0.2%
	2S3 	32	2	0.3%
	3S1 / 3S2 	50	3	0.5%
	>= 3S3 	34	2	0.3%
TRAYLER	2T3 	19	1	0.2%
	3T2 	22	1	0.2%
	3T3 	32	2	0.3%
TOTAL		10276	642	100%



AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA ➡

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO

CARRIL SENTIDO : Derecho ➡ e izquierdo ← FECHA 09 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	S1 / 2S	2S3	S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	97	64	86	42	9	2	11	2	0	0	2	1	2	0	1	0	319
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	185	94	185	52	13	4	21	6	1	2	0	4	0	1	0	0	568
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	264	124	196	72	12	4	27	18	0	1	1	4	1	1	1	0	726
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	286	142	174	85	9	4	29	15	1	0	2	7	1	0	2	1	758
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	264	148	201	74	9	5	21	11	2	2	1	2	0	0	0	0	740
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	198	132	205	62	7	3	17	9	0	0	3	2	1	1	1	1	642
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	178	136	185	63	11	4	15	10	1	1	1	3	0	2	2	2	614
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	175	129	207	82	8	2	11	12	0	0	0	1	1	0	1	2	631
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	164	123	186	73	6	1	15	9	2	1	0	4	1	1	0	1	587
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	203	153	174	68	9	2	14	12	3	1	2	2	0	0	2	2	647
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	175	152	194	84	4	3	10	6	2	0	1	0	1	1	1	1	635
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	175	153	175	73	8	2	9	4	0	0	1	1	1	1	0	2	605
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	196	164	196	92	8	0	11	1	1	2	2	2	0	0	1	1	677
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	212	163	193	78	12	5	5	2	0	0	0	0	2	1	0	2	675
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	231	174	204	62	7	4	3	4	0	0	1	1	0	0	1	1	693
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	198	142	189	53	3	1	1	0	0	1	0	4	1	1	0	3	597
TOTAL	3201	2193	2950	1115	135	46	220	121	13	11	17	38	12	10	13	19	10114
PROMEDIO	200	137	184	70	8	3	14	8	1	1	1	2	1	1	1	1	632
INDICE PROMEDIO																632	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

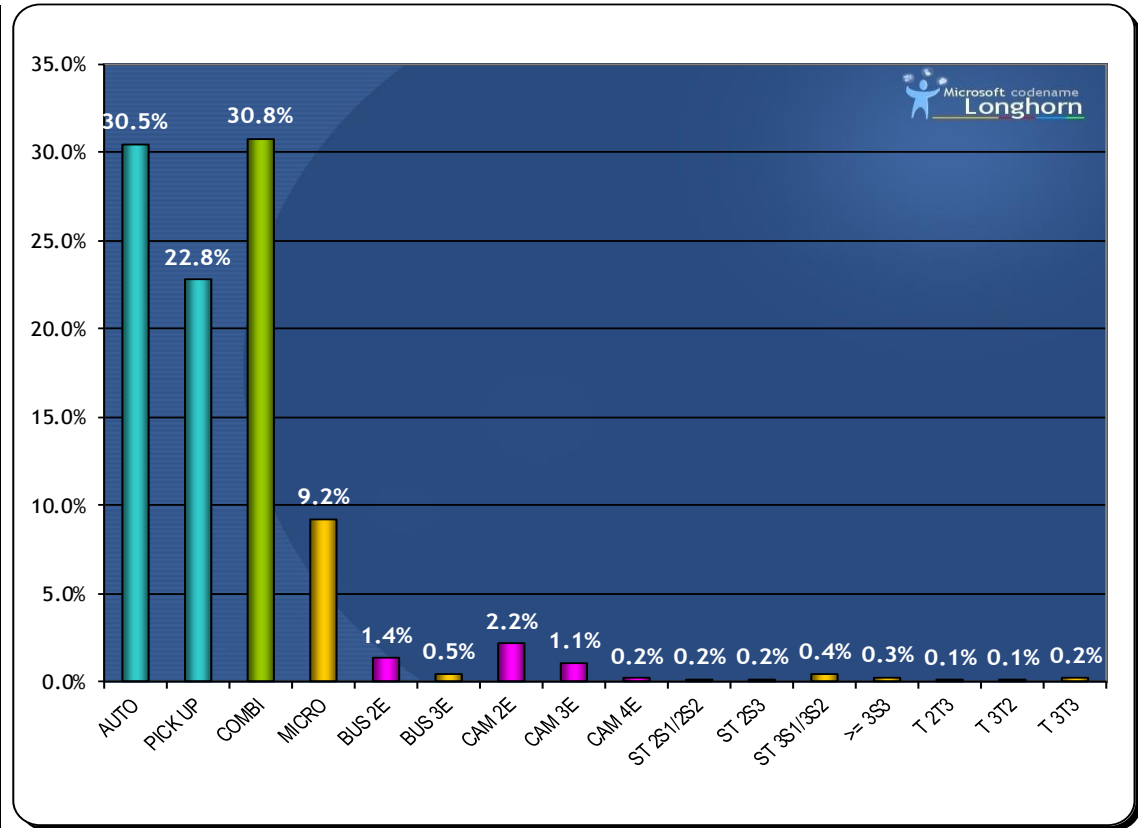
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 09 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	93	94	132	36	3	5	11	2	1	0	0	1	2	1	0	2	383
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	195	120	184	46	12	3	24	6	1	2	2	3	0	0	0	0	598
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	201	132	243	64	15	6	27	16	2	0	2	6	1	1	3	1	720
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	186	157	264	72	11	1	21	21	3	3	3	5	4	0	1	4	756
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	174	175	175	58	9	3	28	11	2	1	0	6	1	1	0	2	646
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	253	148	185	66	10	6	22	8	1	0	1	4	2	0	0	1	707
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	231	175	204	63	9	5	18	7	1	2	0	2	3	0	1	2	723
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	203	164	257	58	8	2	14	12	0	1	1	4	1	2	1	2	730
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	213	132	243	84	9	0	14	8	3	1	2	1	2	0	2	0	714
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	224	164	231	73	10	2	15	11	2	2	0	5	1	0	0	2	742
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	235	175	234	84	8	4	14	5	1	1	1	0	0	1	1	1	765
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	206	164	221	64	11	2	18	3	0	0	2	3	0	2	0	3	699
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	254	179	242	74	11	3	9	4	1	2	1	1	1	2	1	1	786
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	258	185	201	58	10	2	2	1	0	0	0	0	5	1	3	2	728
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	248	195	224	74	12	4	3	5	1	1	2	3	5	0	0	1	778
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	231	186	201	57	5	3	3	2	2	2	0	4	2	3	0	1	702
TOTAL	3405	2545	3441	1031	153	51	243	122	21	18	17	48	30	14	13	25	11177
PROMEDIO	213	159	215	64	10	3	15	8	1	1	1	3	2	1	1	2	699
INDICE PROMEDIO																699	

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR		DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO			3405	213	30.5%
CAMIONETAS	PICK UP		2545	159	22.8%
	RURAL (Combi)		3441	215	30.8%
MICRO			1031	64	9.2%
BUS	2E		153	10	1.4%
	3E		51	3	0.5%
CAMION	2E		243	15	2.2%
	3E		122	8	1.1%
	4E		21	1	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2		18	1	0.2%
	2S3		17	1	0.2%
	3S1 / 3S2		48	3	0.4%
	>= 3S3		30	2	0.3%
TRAYLER	2T3		14	1	0.1%
	3T2		13	1	0.1%
	3T3		25	2	0.2%
TOTAL			11177	699	100%



















AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
 UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA →

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO
 CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← FECHA 10 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	S1 / 2S	2S3	S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	58	64	64	26	7	5	12	2	0	1	1	3	2	0	0	1	246
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	156	75	165	42	9	4	24	7	2	2	0	1	0	0	1	0	488
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	234	112	175	53	13	5	28	14	1	1	1	4	1	1	0	1	644
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	275	121	174	73	11	4	27	13	1	0	3	6	0	0	1	3	712
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	189	123	173	63	6	6	25	9	1	1	1	1	1	1	0	0	600
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	174	128	186	59	5	4	18	10	0	0	2	4	0	0	1	1	592
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	185	134	164	64	12	6	19	11	3	1	1	1	0	1	0	2	604
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	156	123	179	71	12	2	16	9	0	0	0	0	2	0	1	0	571
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	175	89	168	62	7	1	18	8	1	2	1	3	1	0	0	1	537
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	203	136	178	56	8	0	17	11	1	1	2	3	0	0	0	2	618
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	175	129	195	57	5	4	17	6	2	0	1	0	0	0	1	1	593
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	156	121	175	69	9	2	14	5	1	0	1	3	1	1	0	0	558
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	185	142	175	82	7	0	13	0	2	1	1	0	1	0	1	1	611
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	205	136	174	73	10	6	5	3	1	0	0	0	1	1	0	2	617
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	221	123	194	57	7	3	6	3	0	1	1	2	1	0	1	1	621
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	214	114	184	47	6	1	2	1	2	1	0	3	2	1	0	3	581
TOTAL	2961	1870	2723	954	134	53	261	112	18	12	16	34	13	6	7	19	9193
PROMEDIO	185	117	170	60	8	3	16	7	1	1	1	2	1	0	0	1	575
INDICE PROMEDIO																575	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

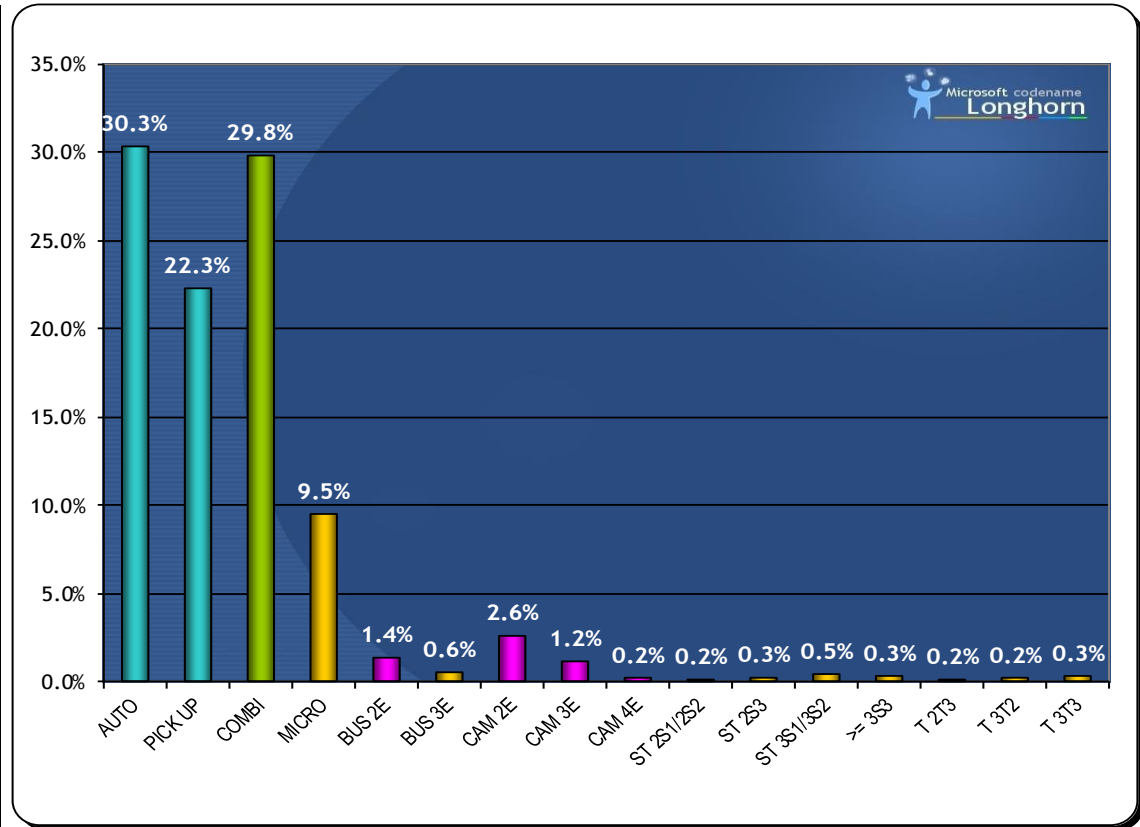
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 10 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	78	58	98	17	6	1	12	6	0	2	0	1	0	1	2	1	283
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	186	98	174	47	9	6	26	5	2	2	1	2	1	0	0	2	561
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	186	121	213	53	13	4	32	11	2	1	3	5	3	3	1	3	654
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	186	156	243	53	9	5	27	21	1	0	2	4	2	0	0	6	715
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	153	165	156	83	8	2	22	13	1	1	1	5	1	2	1	1	615
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	231	153	132	72	12	6	24	12	0	0	5	8	3	0	1	4	663
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	197	147	186	65	10	6	18	9	2	3	0	3	5	1	0	3	655
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	178	164	213	58	6	3	11	8	1	1	2	4	1	0	1	0	651
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	197	121	231	71	10	4	18	7	3	2	0	0	5	1	3	1	674
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	231	147	221	62	11	5	18	12	4	0	2	2	0	1	0	1	717
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	221	157	218	72	6	2	16	5	5	1	2	4	3	2	3	3	720
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	186	132	185	58	5	2	17	2	0	0	2	0	0	1	0	4	594
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	235	164	215	79	12	5	13	3	1	3	4	3	3	3	4	1	748
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	223	175	176	63	11	1	4	2	0	1	2	1	1	1	2	2	665
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	218	175	186	57	9	4	8	5	2	0	0	2	3	0	2	2	673
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	189	145	198	61	7	3	4	2	1	1	1	3	2	2	1	1	621
TOTAL	3095	2278	3045	971	144	59	270	123	25	18	27	47	33	18	21	35	10209
PROMEDIO	193	142	190	61	9	4	17	8	2	1	2	3	2	1	1	2	638
INDICE PROMEDIO																638	

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR		DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO			3095	193	30.3%
CAMIONETAS	PICK UP		2278	142	22.3%
	RURAL (Combi)		3045	190	29.8%
MICRO			971	61	9.5%
BUS	2E		144	9	1.4%
	3E		59	4	0.6%
CAMION	2E		270	17	2.6%
	3E		123	8	1.2%
	4E		25	2	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2		18	1	0.2%
	2S3		27	2	0.3%
	3S1 / 3S2		47	3	0.5%
	>= 3S3		33	2	0.3%
TRAYLER	2T3		18	1	0.2%
	3T2		21	1	0.2%
	3T3		35	2	0.3%
TOTAL			10209	638	100%


















AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA →

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO
CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 11 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	S1 / 2S	2S3	S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	65	38	48	23	5	4	10	1	0	0	1	2	1	0	0	2	200
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	132	65	149	37	9	4	21	4	3	1	0	3	1	1	1	0	431
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	189	87	158	57	12	4	28	10	1	2	2	4	2	0	0	0	556
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	231	112	136	64	11	4	27	11	2	0	0	5	0	1	1	2	607
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	175	111	174	53	6	2	18	8	1	2	2	2	3	0	0	0	557
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	164	97	164	47	4	6	16	7	2	0	1	1	0	0	1	1	511
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	156	113	153	49	10	7	21	12	1	1	0	3	1	2	0	2	531
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	145	96	183	63	13	2	16	6	0	2	1	1	1	0	2	2	533
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	154	89	153	58	7	1	14	9	3	0	3	3	0	1	0	1	496
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	164	94	143	52	8	1	18	13	2	1	0	2	1	0	2	2	503
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	137	112	153	61	7	3	12	4	1	2	0	0	1	0	1	1	495
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	147	103	143	59	11	2	11	7	1	0	2	1	0	1	0	0	488
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	153	116	164	74	7	0	10	5	0	2	1	2	3	0	1	2	540
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	163	118	153	75	8	5	6	6	2	0	1	0	0	1	0	1	539
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	175	121	174	63	7	4	5	6	1	1	0	2	1	0	1	1	562
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	186	117	184	52	4	2	3	3	0	0	2	4	0	1	0	2	560
TOTAL	2536	1589	2432	887	129	51	236	112	20	14	16	35	15	8	10	19	8109
PROMEDIO	159	99	152	55	8	3	15	7	1	1	1	2	1	1	1	1	507
INDICE PROMEDIO																507	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

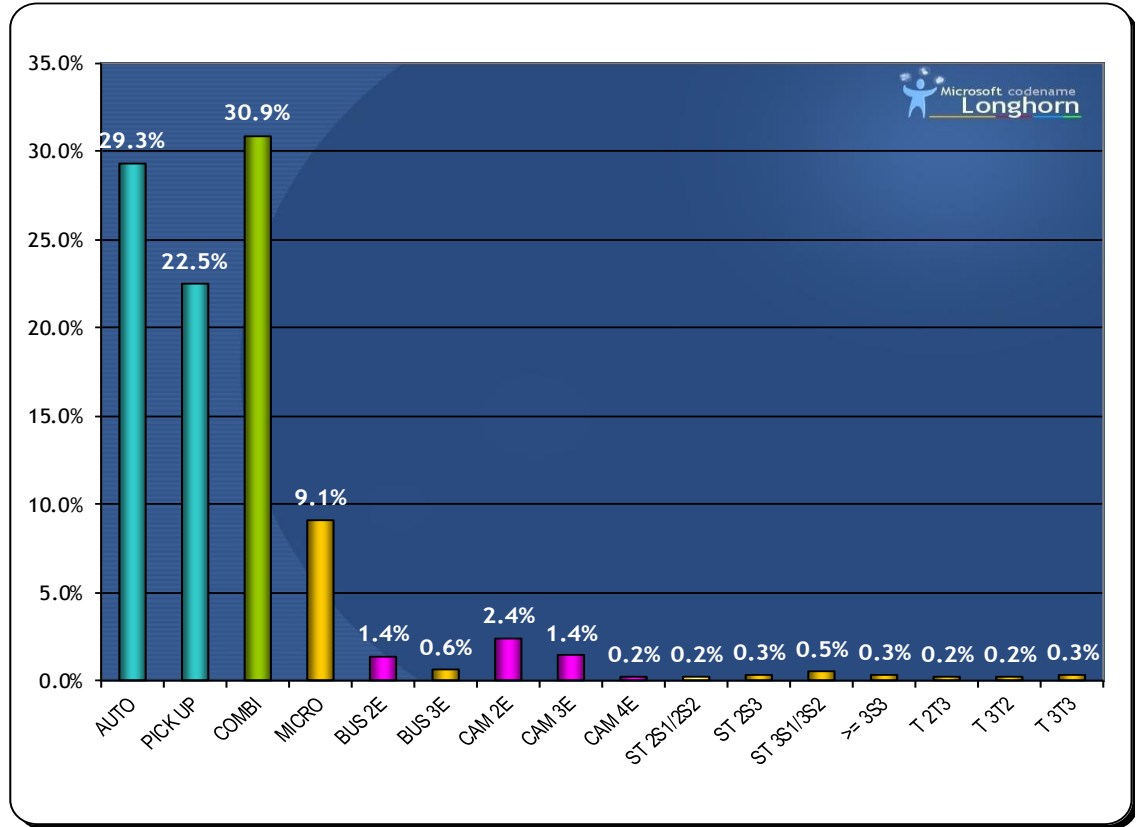
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 11 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA VEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	68	63	110	23	4	2	11	5	3	2	1	1	0	2	2	2	299
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	164	97	157	38	8	6	18	3	0	0	1	4	1	0	0	0	497
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	175	113	217	48	12	3	26	11	2	2	3	5	5	1	2	4	629
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	158	164	226	53	10	4	21	17	0	0	4	3	2	0	0	3	665
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	148	174	146	75	8	2	19	12	2	2	1	6	1	3	1	1	601
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	219	132	153	64	12	6	18	21	0	0	3	9	3	0	2	3	645
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	189	153	175	58	9	6	21	6	1	1	0	3	2	4	0	2	630
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	194	137	224	53	6	3	15	10	1	0	2	2	1	0	1	4	653
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	185	112	214	63	8	4	14	12	1	0	0	0	4	0	4	0	621
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	201	132	224	58	11	6	18	8	0	2	3	2	0	1	0	1	667
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	98	147	198	63	6	3	13	11	3	2	2	3	2	2	3	2	558
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	178	132	189	48	5	2	14	4	0	3	2	0	0	1	0	3	581
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	223	148	205	70	12	5	13	6	3	2	5	3	2	4	1	1	703
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	227	154	175	59	11	3	8	4	2	1	2	2	1	1	2	2	654
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	219	164	179	57	8	4	3	5	2	0	3	3	6	0	3	3	659
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	201	158	206	53	5	2	2	3	1	3	1	4	2	1	1	1	644
TOTAL	2847	2180	2998	883	135	61	234	138	21	20	33	50	32	20	22	32	9706
PROMEDIO	178	136	187	55	8	4	15	9	1	1	2	3	2	1	1	2	607
INDICE PROMEDIO															607		

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR		DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO			2847	178	29.3%
CAMIONETAS	PICK UP		2180	136	22.5%
	RURAL (Combi)		2998	187	30.9%
MICRO			883	55	9.1%
BUS	2E		135	8	1.4%
	3E		61	4	0.6%
CAMION	2E		234	15	2.4%
	3E		138	9	1.4%
	4E		21	1	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2		20	1	0.2%
	2S3		33	2	0.3%
	3S1 / 3S2		50	3	0.5%
	>= 3S3		32	2	0.3%
TRAYLER	2T3		20	1	0.2%
	3T2		22	1	0.2%
	3T3		32	2	0.3%
TOTAL			9706	607	100%



















AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
 UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA →

TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez ESTACION : Km. INICIO
 CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← FECHA 12 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMAVEHICULAR																	
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	92	68	187	30	5	6	9	1	0	1	1	1	1	0	0	1	403
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	278	101	223	58	12	3	12	4	1	1	0	2	0	0	0	0	695
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	321	119	216	71	14	6	25	7	0	0	2	9	0	0	0	1	791
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	324	126	227	69	11	4	22	9	1	0	2	7	0	0	1	0	803
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	276	149	219	72	9	3	18	11	2	1	2	6	1	0	0	0	769
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	235	152	216	64	12	4	15	9	0	1	1	3	0	0	0	1	713
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	225	164	221	73	11	7	12	7	1	0	0	3	1	0	0	0	725
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	205	152	231	70	8	2	11	6	0	0	1	2	1	0	1	0	690
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	198	124	241	71	10	0	9	9	1	1	0	1	0	0	1	1	667
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	229	153	231	72	12	2	13	7	1	0	0	2	1	0	0	0	723
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	224	148	221	68	8	5	10	6	2	1	1	0	0	1	1	1	697
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	201	138	238	70	12	2	12	5	0	0	1	1	1	2	0	0	683
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	212	164	258	69	10	4	9	1	1	1	0	0	1	0	1	2	733
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	218	172	231	64	12	2	2	3	0	1	1	2	0	1	1	2	712
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	225	164	239	65	12	3	3	4	0	0	0	0	1	0	0	1	717
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	238	132	215	42	7	4	0	0	0	0	0	5	2	0	0	1	646
TOTAL	3701	2226	3614	1028	165	57	182	89	10	8	12	44	10	4	6	11	11167
PROMEDIO	231	139	226	64	10	4	11	6	1	1	1	3	1	0	0	1	698
INDICE PROMEDIO																698	

AFORO VEHICULAR SALIDA PUNO


















PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Román LOCALIDAD: Juliaca

















ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE RETORNO ←

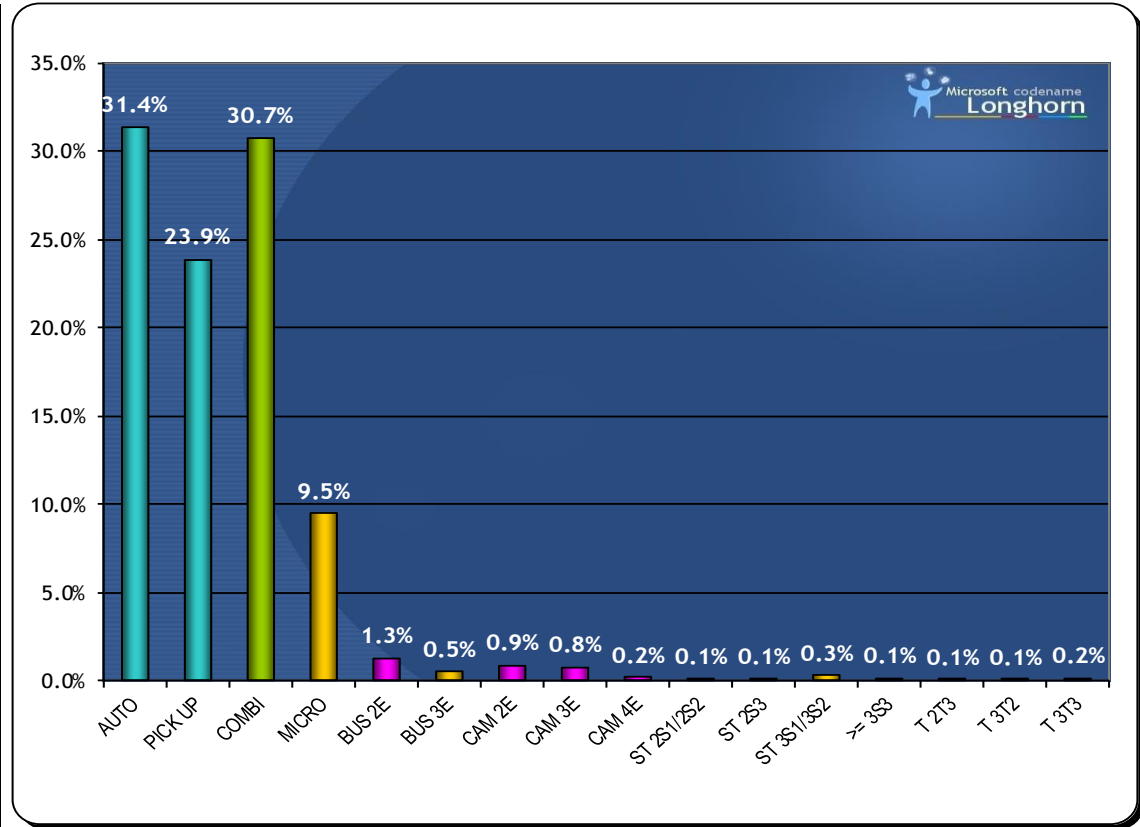
TRAMO DE CARRETERA : Intersección entre la Av. Tacna con Jr. Maniano Nuñez

CARRIL SENTIDO : Derecho → e izquierdo ← **FECHA** 12 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	
		PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA VEHICULAR																		
05:00:00 a.m. a 6:00 a.m.	102	74	108	25	3	5	7	1	0	0	1	1	1	0	1	1	330	
06:00:00 a.m. a 7:00 a.m.	187	112	201	75	12	3	11	6	0	2	2	4	0	0	0	0	615	
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	186	129	221	72	15	4	9	6	1	0	0	3	1	1	0	1	649	
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	157	154	218	59	11	3	14	10	3	0	3	4	2	0	1	1	640	
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	146	165	174	71	9	3	12	11	2	1	0	5	1	1	0	2	603	
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	231	158	186	58	7	6	8	5	1	0	1	3	2	0	0	1	667	
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	221	164	198	68	9	4	6	7	0	1	0	2	0	0	0	2	682	
12:00:00 a.m. a 13:00 P.m.	205	153	231	70	8	2	5	5	0	1	1	2	1	0	1	0	685	
13:00:00 a.m. a 14:00 P.m.	211	127	228	73	9	0	7	6	3	1	3	1	2	0	1	0	672	
14:00:00 a.m. a 15:00 P.m.	228	175	217	74	10	2	4	8	2	0	0	1	1	0	0	1	723	
15:00:00 a.m. a 16:00 P.m.	230	164	218	83	8	4	3	5	4	1	1	0	0	1	1	1	724	
16:00:00 a.m. a 17:00 P.m.	214	164	216	70	7	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	678	
17:00:00 a.m. a 18:00 P.m.	229	175	198	54	9	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	680	
18:00:00 a.m. a 19:00 P.m.	219	174	175	42	6	5	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	627	
19:00:00 a.m. a 20:00 P.m.	208	163	164	32	5	4	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	581	
20:00:00 a.m. a 21:00 P.m.	187	153	143	29	2	2	0	2	0	0	0	1	1	2	0	1	523	
TOTAL	3161	2404	3096	955	130	52	89	78	18	9	14	29	15	7	6	16	10079	
PROMEDIO	198	150	194	60	8	3	6	5	1	1	1	2	1	0	0	1	630	
INDICE PROMEDIO															630			

CLASIFICACIÓN VEHICULAR CON ESTIMACIÓN PORCENTUAL

DESCRIPCION VEHICULAR		DIAGRAMA VEHICUL	TOTAL	VALOR NETO	%
AUTO			3161	198	31.4%
CAMIONETAS	PICK UP		2404	150	23.9%
	RURAL (Combi)		3096	194	30.7%
MICRO			955	60	9.5%
BUS	2E		130	8	1.3%
	3E		52	3	0.5%
CAMION	2E		89	6	0.9%
	3E		78	5	0.8%
	4E		18	1	0.2%
SEMI TRAYLER	2S1 / 2S2		9	1	0.1%
	2S3		14	1	0.1%
	3S1 / 3S2		29	2	0.3%
	>= 3S3		15	1	0.1%
TRAYLER	2T3		7	0	0.1%
	3T2		6	0	0.1%
	3T3		16	1	0.2%
TOTAL			10079	630	100%



















RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA AREQUIPA, SALIDA HUANCANÉ Y SALIDA CUSCO)

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA ➡

TRAMO DE CARRETERA : Ovalo de cada salida ESTACION
 CARRIL SENTIDO : Derecho ➡ e izquierdo ← FECHA 06 de mayo al 12 de mayo del 2019

















HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	INDICE PROMEDIO SEMANAL
		PICK UP	RURAL (Combi)			2E	3E	2E	3E	4E	S1 / 2S	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3		
DIAGRAMAVEHICULAR																			
Lunes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	543	753	2144	336	86	32	186	168	0	3	1	1	57	0	0	1	4311	269	
Martes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	653	683	2054	289	95	38	214	157	2	4	2	0	49	0	0	1	4241	265	
Miercoles de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	573	635	2232	312	72	28	265	167	3	7	0	2	52	0	0	1	4349	272	
Jueves de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	626	864	2164	314	134	29	235	189	4	5	3	1	47	1	1	0	4617	289	
Viernes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	536	542	2175	294	86	31	219	186	5	4	4	2	42	1	1	0	4128	258	
Sábado de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	863	832	2265	324	124	34	179	154	7	3	5	4	47	1	1	1	4844	303	
Domingo de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	795	864	2254	354	134	28	142	98	1	2	1	1	42	1	1	0	4718	295	
TOTAL	4589	5173	15288	2223	731	220	1440	1119	22	28	16	11	336	4	4	4	31208		
PROMEDIO	656	739	2184	318	104	31	206	160	3	4	2	2	48	1	1	1	4458		

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR (SALIDA AREQUIPA, SALIDA HUANCANÉ Y SALIDA CUSCO)

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO FAST TRACK CON FINES DE USO PARA REHABILITACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
 UBICACIÓN: San Roman LOCALIDAD: Juliaca

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR DE IDA ➔

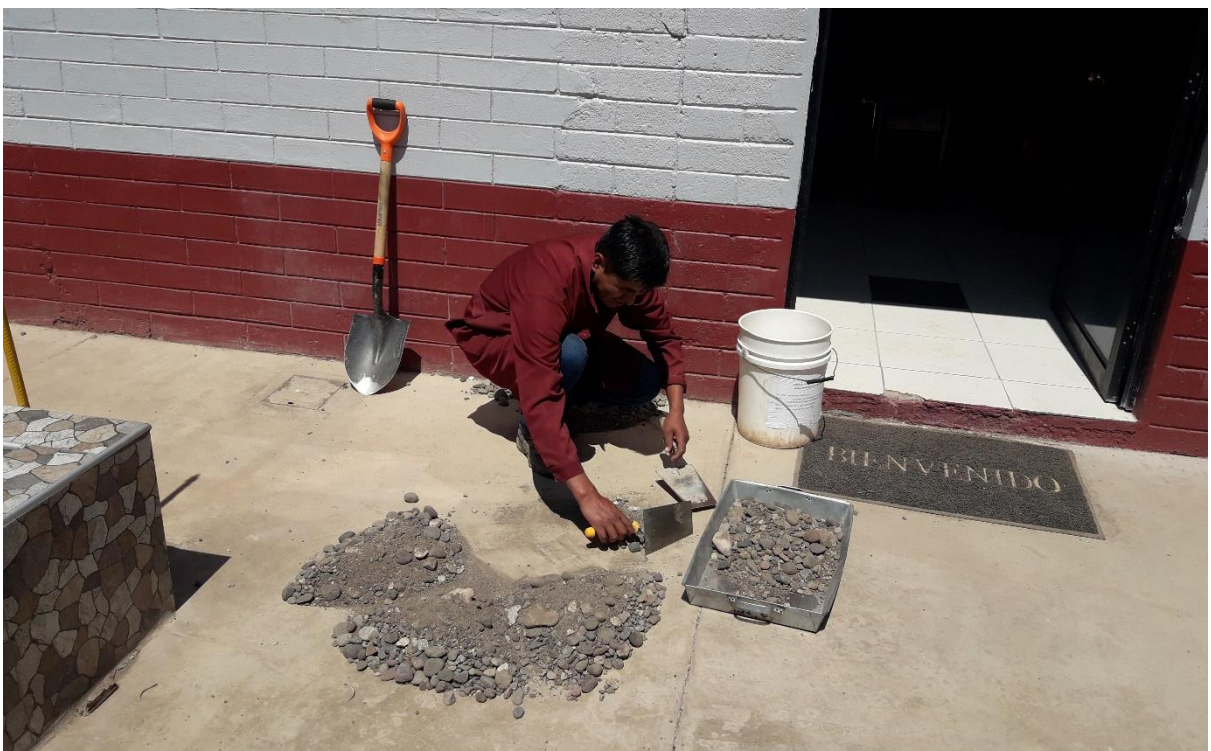
TRAMO DE CARRETERA : Ovalo de cada salida ESTACION
 CARRIL SENTIDO : Derecho ➔ e izquierdo ➔ FECHA 06 de mayo al 12 de mayo del 2019

HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	INDICE PROMEDIO SEMANAL
		PICK UP	RURAL (Combi)			2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T3	3T2	3T3		
DIAGRAMAVEHICULAR																			
Lunes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	543	753	2144	336	86	32	186	168	0	3	1	1	57	0	0	1	4311	269	
Martes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	653	683	2054	289	95	38	214	157	2	4	2	0	49	0	0	1	4241	265	
Miercoles de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	573	635	2232	312	72	28	265	167	3	7	0	2	52	0	0	1	4349	272	
Jueves de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	626	864	2164	314	134	29	235	189	4	5	3	1	47	1	1	0	4617	289	
Viernes de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	536	542	2175	294	86	31	219	186	5	4	4	2	42	1	1	0	4128	258	
Sábado de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	863	832	2265	324	124	34	179	154	7	3	5	4	47	1	1	1	4844	303	
Domingo de 05:00 a.m. - 09:00 p.m.	795	864	2254	354	134	28	142	98	1	2	1	1	42	1	1	0	4718	295	
TOTAL	4589	5173	15288	2223	731	220	1440	1119	22	28	16	11	336	4	4	4	31208		
PROMEDIO	656	739	2184	318	104	31	206	160	3	4	2	2	48	1	1	1	4458		

Anexo B: Panel fotográfico



Fotografía 1. Agregado fino (Cantera Isla) agregado grueso (Surupana SAC)



Fotografía 2. Uso de material para determinar las propiedades del agregado fino



Fotografía 3. *Tamizado de materiales en laboratorio*



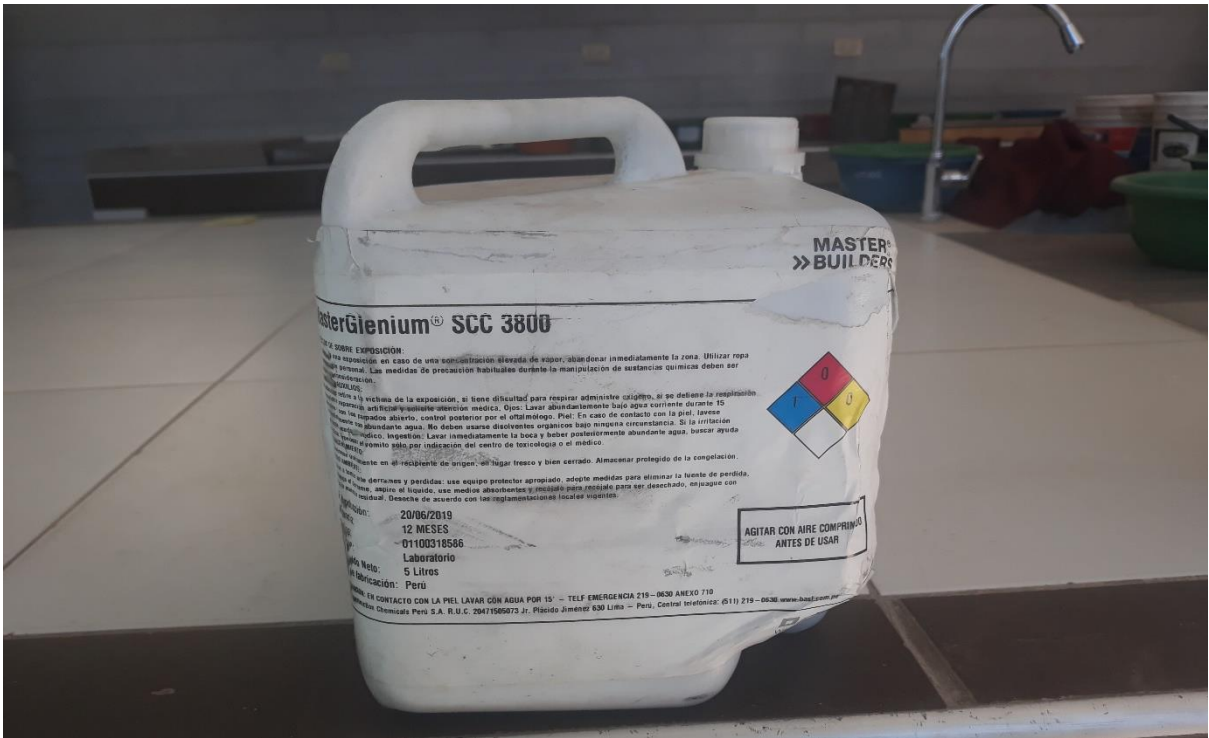
Fotografía 4. *Probetas utilizadas en la investigación*



Fotografía 5. *Pesaje de materiales para un volumen determinado*



Fotografía 6. *Mezcladora utilizada para la investigación*



Fotografía 7. Aditivo super plastificante Master Glenium SCC 3800



Fotografía 8. Aditivo Acelerante de fragua MasterX-Seed 100



Fotografía 9. *Color del agua de mezcla tras la adición de los dos aditivos*



Fotografía 10. *Suministro de los materiales del concreto Fast Track a la mezcladora*



Fotografía 11. *Mezclado del concreto*



Fotografía 12. *Concreto mezclado listo para colocación en las briquetas*



Fotografía 13. Colocado de concreto en el cono de Abrams



Fotografía 14. Ensayo de asentamiento en el cono de Abrams (2" Slump)



Fotografía 15. *Moldeo de concreto en las briqueteras*



Fotografía 16. *Varillado con 25 golpes cada 1/3 de altura colocado de concreto*



Fotografía 17. *Moldes con concreto en proceso de fraguado*



Fotografía 18. *Desmolde de las muestras después de 3.5 hrs. del vaciado*



Fotografía 19. *Curado de especímenes con aditivo Sika antisol*



Fotografía 20. *Ensayo a compresión de los especímenes*



Fotografía 21. *Especímenes con ensayo a resistencia a la compresión*



Fotografía 22. *Resultado de ensayo a compresión del espécimen 6 del diseño N°3*



Fotografía 23. *Aforo vehicular en salida Huancane entre (Av. Circunvalación con Av. Independencia)*



Fotografía 24. *Aforo vehicular en la salida Puno entre (Av. Tacna con Jr. Mariano Núñez)*



Fotografía 25. *Aforo vehicular en salida Cusco (Av. Circunvalación con Av. Independencia)*



Fotografía 26. *Aforo vehicular en salida Arequipa (Av. Circunvalación con Av. Independencia)*