

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS EN LA INCIDENCIA DEL AGUA-CEMENTO EN
RESISTENCIAS DE FLEXOTRACCIÓN PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS”**

Por:

BEYMAR LAUREAN QUISPE HUANCA

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

SEMESTRE I -2024

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS EN LA INCIDENCIA DEL AGUA-CEMENTO EN
RESISTENCIAS DE FLEXOTRACCIÓN PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS”**

Por:

BEYMAR LAUREAN QUISPE HUANCA

SEMESTRE I -2024

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres Ernesto y Felipa, quien con su apoyo ilimitado e incondicional, fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional; y a mi hermano Jaykler por acompañarme y ayudarme durante toda la etapa universitaria... no hay palabras en este mundo para agradecerles.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes de trabajos relacionados.....	2
1.2.1. Internacional	2
1.2.1.1. Lima.....	2
1.2.2. Nacional.....	2
1.2.2.1. La Paz	2
1.2.3. Local.....	3
1.2.3.1. Tarija.....	3
1.3. Justificación	4
1.3.1. Aporte académico	5
1.4. Planteamiento del problema	5
1.4.1. Situación problémica.....	5
1.4.2. Delimitación temporal.	6
1.4.3. Delimitación espacial.....	6
1.4.4. Formulación del problema.	7
1.5. Objetivos.....	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos	7
1.6. Hipótesis	7
1.6.1. Definición de variables independientes y dependientes.....	7

1.6.2.	Operacionalización de las variables.....	8
1.7.	Alcance de la investigación.....	9

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Antecedentes.....	9
2.1.2. Historia de los pavimentos rígidos.....	9
2.1.3. Pavimento rígido.....	10
2.1.4. Estructura de pavimento rígido.....	12
2.1.5. Elementos que integran un pavimento rígido.....	13
2.1.5.1. Subrasante.....	13
2.1.5.2. Subbase.....	13
2.1.6. Tipos de pavimento rígido.....	15
2.1.6.1. Pavimentos de concreto simple.....	15
2.1.6.2. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.....	16
2.1.6.3. Pavimentos de concreto preesforzado.....	17
2.1.7. Propiedades y características del pavimento rígido.....	17
2.1.7.1. Propiedades de pavimento rígido.....	17
2.1.7.1.1. Módulo de rotura (MR).....	18
2.1.7.1.2. Módulo de elasticidad del concreto (Ec).....	19
2.1.7.1.3. Durabilidad.....	20
2.1.7.1.4. Características de pavimento rígido.....	20
2.1.8. Mezclas en pavimentos rígidos.....	22

2.1.8.1. Agregados	22
2.1.8.1.1. Agregado grueso	24
2.1.9.1. El estado plástico del concreto.....	27
2.1.10. Procesos constructivos.....	28
2.1.10.1. Trabajos preliminares	28
2.1.10.2. Subbase	29
2.1.10.3. Losa de concreto.....	31
2.1.10.4. Curado del concreto.....	34
2.1.10.5. Juntas	36
2.2. Marco normativo.....	39
2.2.1. Ensayos del concreto fresco.....	39
2.2.2. Ensayos del concreto endurecido	40
2.3. Marco referencial	40
2.4. Análisis del aporte teórico	43

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1. Criterios del diseño metodológico	44
3.1.1. Unidad de estudio o muestra	44
3.1.2. Tamaño de muestra.....	44
3.2. Localización de zona de extracción de agregados	47
3.2.1. Yacimientos de los agregados	47
3.2.1.1. Cantera Santa Ana	47
3.3. Control y validación interna	48

3.5. Caracterización de los materiales.....	50
3.5.1. Caracterización de la grava	50
3.5.1.1. Granulometría de la grava	51
3.5.1.2. Peso específico de la grava	53
3.5.1.3. Peso unitario de la grava.....	55
3.5.2. Caracterización de la arena	57
3.5.2.1. Granulometría de la arena.....	58
3.5.2.2. Peso específico de la arena	61
3.5.2.3. Peso unitario de la arena	62
3.5.3. Caracterización del cemento	64
3.5.3.1. Peso específico del cemento	65
3.5.3.2. Finura del cemento	65
3.5.4. Dosificación	66
3.5.4.1. Dosificación teórica.....	66
3.5.5. Vaciado de probetas	76
3.5.6. Curado de vigas.....	78
3.5.7. Rotura de probetas.....	79
3.6. Resultados.....	80
3.6.1. Resultados de la resistencia a flexión.....	81
3.7. Comparación y cumplimiento de parámetros normativos de los resultados	82
3.7.1. Comparación de los ensayos de los materiales empleados.....	82
3.7.2. Comparación de los ensayos de trabajabilidad	85
3.7.3. Comparación de variabilidad de resistencia a distintas relaciones de a/c	86

CAPÍTULO IV

PROCESAMIENTO Y VALIDACION DE RESULTADOS

	Página
4.1. Ordenamiento de la información	93
4.2. Estadística descriptiva	94
4.2.1. Cálculo de curva de frecuencias, relativa y acumulada.....	94
4.2.2. Cálculos de medidas de tendencia central	97
4.2.3. Cálculos de medidas de dispersión.....	97
4.3. Estadística inferencial	98
4.3.1. Prueba de hipótesis “t de student”.....	98
4.4. Especificaciones técnicas.	102

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones.....	105
4.2. Recomendaciones.....	106

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo 1: Caracterización de los agregados

Anexo 2: Dosificación de hormigones

Anexo 3: Ensayos de hormigón

Anexo 4: Evaluación estadística

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1 Variable Independiente.....	8
Tabla 1.2 Variable Dependiente.....	8
Tabla 2.1: Recomendaciones para módulos de rotura.....	19
Tabla 2.2: Especificaciones – Materiales – Granulometría de la Grava.....	24
Tabla 2.3: Especificaciones – Materiales – Sustancia Perjudiciales en Grava.....	24
Tabla 3.1: Ensayos con 95% de confiabilidad.....	44
Tabla 3.1: Cantidad de ensayos con 95% de confiabilidad.....	45
Tabla 3.2: Normas de calidad del agregado grueso.....	50
Tabla 3.3: Granulometría agregado grueso.....	52
Tabla 3.4: Peso Específico de la grava – Santa Ana.....	55
Tabla 3.5: Peso Unitario Suelto de la Grava – Santa Ana.....	57
Tabla 3.6: Peso Unitario Compactado de la Grava – Santa Ana.....	57
Tabla 3.7: Normas de calidad del agregado fino.....	58
Tabla 3.8: Granulometría agregado fino.....	60
Tabla 3.9: Peso Específico de la Arena procedencia Santa Ana.....	62
Tabla 3.10: Peso Unitario Suelto de la Arena.....	64
Tabla 3.11: Peso Unitario Compactado de la Arena.....	64
Tabla 3.12: Ensayo del peso específico del cemento.....	65
Tabla 3.13: Ensayo de la finura del cemento.....	66
Tabla 3.14: Relación Agua / Cemento.....	67
Tabla 3.15: Asentamientos.....	67
Tabla 3.16: Requerimiento de agua.....	68

Tabla 3.17: Tamaño máximo del agregado	69
Tabla 3.18: Dosificación de hormigón diseño de mezclas MÉTODO A CI-211	70
Tabla 3.19: Resumen de pesos húmedos de los ingredientes por “m ³ ” de hormigón.	73
Tabla 3.20: Planilla de resumen de dosificación.....	76
Tabla 3.21: Características físicas del Agregado grueso	80
Tabla 3.22: Características físicas del Agregado fino	80
Tabla 3.23: Resistencia a flexotracción a 28 días.....	81
Tabla 3.24: Resistencia a flexotracción a 28 días para análisis	82
Tabla 3.25: Porcentaje en peso que pasa del agregado fino.	83
Tabla 3.26: Normas de calidad del agregado fino	83
Tabla 3.27: Porcentaje en peso que pasa del agregado grueso.	84
Tabla 3.28: Normas de calidad del agregado grueso.....	84
Tabla 3.29: Asentamiento (cono de Abrams)	85
Tabla 3.30: R. a flexotracción a 28 días para distintas relaciones de a/c.	86
Tabla 4.1: Resultados de resistencia a flexotracción.....	93
Tabla 4.2: Resistencias a flexotracción según las diferentes relaciones a/c.	94
Tabla 4.3: Planilla de frecuencias	95
Tabla 4.4: Resumen del análisis descriptivo.....	97
Tabla 4.5: Cálculo de diferencia	99
Tabla 4.6: Cálculo de media de diferencias	100

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1: Absorción de esfuerzo que se ejerce sobre el pavimento	11
Figura 2.2: Corte esquemático con cada una de las partes de un pavimento rígido... 11	11
Figura 2.3: Pavimento rígido sometido a una carga..... 12	12
Figura 2.4: Pavimento rígido simple	15
Figura 2.5: Pavimento rígido con refuerzo en las juntas	16
Figura 2.6: Pavimento Rígido con Refuerzo Continuo	16
Figura 2.7: Pavimento rígido preesforzado..... 17	17
Figura 2.8: Medida del módulo de rotura ASTM C78	18
Figura 2.9: Hinchamiento–Retracción por Inmersión Secado en vigas	26
Figura 2.10: Esquema del Corte Transversal de la Subrasante..... 28	28
Figura 2.11: Compactación de la Subrasante con Rodillo Pata de cabra	29
Figura 2.12: Acabado y Compactado de la Capa..... 31	31
Figura 2.13: Operación de la Regla..... 33	33
Figura 2.14: Operación de la Texturizado Final Mediante Cepillos	34
Figura 2.15: Operación del Curado del Pavimento Rígido..... 35	35
Figura 2.16: Procedimiento de Construcción de juntas..... 36	36
Figura 2.17: Esquema de Esviaje de Juntas Transversales	37
Figura 2.18: Esquema de Cargas de Vehículos Sobre una Junta..... 38	38
Figura 2.19: Operación Sello de Juntas..... 39	39
Figura 3.1: Organigrama, lineamientos a seguir..... 46	46

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Página

Fotografía.3.1: Ubicación de la Cantera “Santa Ana	47
Fotografía 3.2: Cuarteador de Grava.....	51
Fotografía 3.3: Juego de tamices	52
Fotografía 3.4: Agregado grueso sumergido	54
Fotografía 3.5: Secado y sumergido de la Grava.....	54
Fotografía 3.6: Molde Cilíndrico de 10 Lts. de volumen.....	56
Fotografía 3.7: Molde cilíndrico con muestra compactada.....	56
Fotografía 3.8: Tamizado mecánico.....	59
Fotografía 3.9: Molde cónico y matraz con muestra	61
Fotografía 3.10: Molde cilíndrico de 3Litros	63
Fotografía 3.11: Enrazando molde cilíndrico con muestra	63
Fotografía 3.12: Cono de Abrams.....	77
Fotografía 3.13: Medición del asentamiento del hormigón	77
Fotografía 3.14: Vaciado de probetas	78
Fotografía 3.15: Curado de probetas y vigas.....	79
Fotografía 3.16: Rotura de especímenes	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 3.1: Curva granulométrica.....	53
Gráfico 3.1: Asentamiento (cono de Abrams)	85
Gráfico 3.2: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,40	86
Gráfico 3.3: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,42	87
Gráfico 3.4: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,44	87
Gráfico 3.5: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,46	88
Gráfico 3.6: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,48	88
Gráfico 3.7: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,50	89
Gráfico 3.8: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,52	89
Gráfico 3.9: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,54	90
Gráfico 3.10: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,56	90
Gráfico 3.11: Resistencia a Flexotracción a una relación de 0,58	91
Gráfico 3.12: Resistencia a Flexotracción vs Relación a/c.....	92
Gráfico 4.1: Histograma de Frecuencia absoluta	96
Gráfico 4.2: Frecuencias acumulada	96
Gráfico 4.5: Zonas de aceptación y rechazos.....	102