

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN (URCI) Y SU RELACIÓN CON
LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL SUELO (DCP) EN VIAS NO
PAVIMENTADAS DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Por:

MARIA DE LOS ANGELES CÁCERES QUIROGA

Proyecto presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre II -2025

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE VÍAS NO PAVIMENTADAS
(URCI) Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL
SUELO (DCP) EN VIAS NO PAVIMENTADAS DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Por:

MARIA DE LOS ANGELES CÁCERES QUIROGA

Semestre II -2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

A mis padres, Marcela Quiroga y Max Cáceres, cuyo amor y sacrificio han sido la base de todos mis logros.

A mis abuelos, Blanca, Hector, Rodolfo y Marina, por su constante apoyo y motivación en cada paso del camino.

Y a mis hermanos Mili y Leo, por ser mi compañía y luz en todo momento.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación	2
1.4. Situación problemática	3
1.4.1. Problema.....	4
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Hipótesis	5
1.7. Variables independientes y dependientes	5
1.8. Alcance.....	5
1.9. Operacionalización de variables.....	6

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LOS SUELOS Y ENSAYOS

	Pág.
2.1. El suelo	7
2.1.1. Tamaño de partículas del suelo	7
2.1.2. Contenido de humedad.....	8
2.1.3. Granulometría.....	8

2.1.4.	Límites de consistencia.....	9
2.1.5.	Sistema de clasificación AASHTO	10
2.1.6.	Sistema Unificado de Clasificación de suelos S.U.C.S	13
2.2.	Vías no pavimentadas	15
2.2.1.	Rol en la red vial	16
2.2.2.	Índice De Condición De Vías No Pavimentadas (URCI)	16
2.2.3.	Tipos de deterioro evaluados.....	16
2.2.4.	Cómo se calcula.....	25
2.2.5.	Aplicaciones en contextos urbanos	26
2.3.	Cono dinámico de penetración (DCP).....	26
2.3.1.	Especificaciones del DCP.....	27
2.3.2.	Procedimiento	29
2.3.3.	La curva DCP	30
2.4.	Análisis estadístico de correlación entre variables	30
2.4.1.	Definiciones.....	30
2.4.2.	Correlación Lineal	31
2.4.3.	Coeficiente de correlación lineal.....	31
2.4.4.	Correlación Múltiple	32
2.5.	Statgraphics	32
2.5.1.	Estudio de regresión	32

CAPÍTULO III
CARACTERIZACIÓN, EVALUACIÓN VIAL Y ENSAYO DCP

	Pág.
3.1. Unidades de estudio y decisión muestral.....	34
3.1.1. Unidades de estudio.....	34
3.1.2. Población	34
3.1.3. Muestra.....	34
3.1.4. Muestreo.....	34
3.2. Métodos y técnicas empleadas	35
3.2.1. Selección de métodos	35
3.2.2. Técnica de muestreo	35
3.2.3. Instrumentos para la obtención de datos.....	35
3.2.4. Procedimiento de aplicación.....	35
3.2.5. Preparación previa y requisitos	36
3.3. Procesamiento de la información	36
3.3.1. Diagrama de flujo.....	37
3.4. Ubicación del proyecto.....	37
3.5. Muestreo y caracterización.....	40
3.6. Ensayos de caracterización de materiales.....	40
3.6.1. Contenido de Humedad	40
3.6.2. Granulometría.....	41
3.6.3. Límites de Atterberg.....	42
3.7. Evaluación superficial URCL.....	42

3.8.	Ensayo DCP	43
3.9.	Expresión para correlacionar el número DCP con CBR in situ	44

CAPÍTULO IV

PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

	Pág.
4.1. Procesamiento de datos	46
4.2. Correlación principal: URCI vs DCP	46
4.3. Correlaciones secundarias	47
4.4. Regresión Múltiple DCP	48
4.5. Comprobación IP vs LL	50
4.6. Hipótesis de la investigación	50
4.6.1. Conclusión de la Hipótesis	51

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
5.1. Conclusiones.....	50
5.2. Recomendaciones	51

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo I Aplicación del método manual y computarizado - URCI

Anexo II Ensayos en laboratorio y en campo

Anexo III Reporte fotográfico

Plano

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1.	Carta de plasticidad AASHTO..... 12
Figura 2.2.	Carta de plasticidad Casagrande 15
Figura 2.3.	Sección transversal inadecuada en vías no pavimentadas..... 17
Figura 2.4.	Drenaje lateral inadecuado en vías no pavimentadas..... 19
Figura 2.5.	Corrugaciones en vías no pavimentadas 20
Figura 2.6.	Polvo en vías no pavimentadas 21
Figura 2.7.	Huecos en vías no pavimentadas..... 22
Figura 2.8.	Huellas en vías no pavimentadas 23
Figura 2.9.	Agregado suelto en vías no pavimentadas 24
Figura 2.10.	Equipo DPC 27
Figura 2.11.	Curva DCP para una serie de valores..... 30
Figura 4.1.	Diagrama de dispersión URCI vs DCP 46
Figura 4.2.	Diagrama de dispersión URCI vs CBR in situ..... 47
Figura 4.3.	Gráfico DCP..... 48
Figura 4.4.	Diagrama de dispersión IP vs LL..... 50

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1.	Operacionalización de variables 6
Tabla 2.1.	Sistema para identificar el tamaño de la partícula 7
Tabla 2.2.	Prefijos y sufijos del suelo 13
Tabla 2.3.	Combinaciones en función de los prefijos y sufijos del suelo 14
Tabla 2.4.	Niveles de severidad para huecos en vías no pavimentadas 22
Tabla 3.1.	Ubicación de los puntos de estudio..... 39
Tabla 3.2.	Resumen de resultados..... 44
Tabla 3.3.	Resumen de resultados..... 45
Tabla 4.1.	Regresión Múltiple..... 49
Tabla 4.2.	Análisis de varianza 49
Tabla 4.3.	Interpretación del Coeficiente de Pearson 50

ÍNDICE DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 3.1	Imagen satelital Tramo 1 – Av. Gran Chaco 38
Imagen 3.2	Imagen satelital Tramo 2 – Barrio Las Velas 38
Imagen 3.3	Imagen satelital Tramo 3 – 2da Circunvalación..... 39
Imagen 3.4	Extracción de material 40
Imagen 3.5	Vertido de muestra en taras..... 41
Imagen 3.6	Muestra lavada y secada para tamizar..... 41
Imagen 3.7	Muestras pesadas y listas para horno 42

Imagen 3.8	Levantamiento de datos, Falla 86 (huellas).....	43
Imagen 3.9	Ejecución del ensayo DCP.....	43