

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



“CORRELACIÓN EMPÍRICA ENTRE EL C.B.R. (CALIFORNIA BEARING RATIO) Y EL PENETRÓMETRO CON ANILLO DE CARGA, PARA SUELOS FINOS”

Por:

JORGE ARMANDO BEJARANO AGUILERA

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

Gestión 2015

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A Dios, a la memoria de mi querido tío Salvador Bejarano Garzón por enseñarme con humildad y paciencia que todo es posible en la vida, estarás siempre en mi corazón que Dios te tenga en su gloria.

ÍNDICE

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Pensamiento	
Resumen Ejecutivo	

CAPÍTULO I

PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación del Tema.....	2
1.3. Situación Problemática.....	4
1.3.1. Problema	5
1.4. Objetivos de la Investigación	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Definición de las variables dependientes e independientes.....	6
1.6.1. Variable Dependiente.....	6
1.6.2. Variable independiente	6
1.7. Diseño Metodológico	6
1.7.1. Componentes.....	6
1.7.1.1. Unidades de estudio y Decisión muestral	6
1.8. Métodos y Técnicas Empleadas	7
1.8.1. Definición de métodos y técnicas	7
1.8.2. Técnicas de Muestreo.....	7
1.8.3. Procedimiento de Aplicación	8
1.8.4. Alcance de la Investigación	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Suelo.....	10
-----------------	----

2.2. Contenido de Humedad	10
2.3. Método de secado al horno.....	11
2.4. Análisis granulométrico	11
2.5. Límites de Atterberg.....	11
2.6. Limite líquido	12
2.7. Limite plástico	12
2.8. Índice de plasticidad.....	12
2.9. Clasificación de los suelos	12
2.10. Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.).....	13
2.11. Sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway Officials).....	13
2.12. Compactación.....	14
2.13. Relación de Soporte California (C.B.R.).....	14
2.13.1. Aplicaciones.....	18
2.13.2. Variantes del Ensayo de C.B.R.	20
2.13.2.1. Determinación de C.B.R. de suelos perturbados y remoldeados	20
2.13.2.2. Suelos cohesivos, poco plásticos y poco o nada expansivos.....	23
2.13.2.3. Suelos cohesivos, plásticos y expansivos.	24
2.14. Penetrómetro con Anillo de Carga (P.A.C.).....	25
2.14.1. Procedimiento y Uso del Equipo.	27
2.14.2. Cálculo para Determinar la Resistencia a la Penetración	30
2.15. Estadística.....	32
2.15.1. Correlación.....	32
2.15.2. Coeficiente de correlación lineal.....	32
2.15.3. Conceptos Básicos de las Medidas de Tendencia Central	33
2.15.3.1. Media	33
2.15.3.2. Mediana.....	33
2.15.3.3. Moda	34
2.15.3.4. Sesgo.....	34

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación.....	35
3.2. Tabla de Resúmenes	48
3.2.1. Resumen de Clasificación.....	48
3.2.2. Resumen de Compactación.....	49
3.2.3. Resumen de Resultados de C.B.R. y P.A.C.*	50
3.2.4. Resumen de Resultados de P.A.C* in situ.	51
3.2.5. Cálculo del Índice de Ajuste (Ia)	52
3.2.6. Selección del Mejor Modelo de Ajuste.....	54
3.2.6.1. Determinación de la ecuación de correlación de C.B.R. al 100% de densidad máxima y Penetrómetro con Anillo de Carga ajustado, en condición Saturada.	54
3.2.6.2. Determinación de la ecuación de correlación de C.B.R. al 95% de densidad máxima y Penetrómetro con Anillo de Carga ajustado, en condición Saturada.	57
3.2.6.3. Determinación de la ecuación de correlación de C.B.R. al 100% de densidad máxima y Penetrómetro con Anillo de Carga ajustado, en condición No Saturada.....	60
3.2.6.4. Determinación de la ecuación de correlación de C.B.R. al 95% de densidad máxima y Penetrómetro con Anillo de Carga ajustado, en condición No Saturada.....	63

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	66
4.2. Recomendaciones.....	68

ANEXOS

- ANEXO 1:** Clasificación de los suelos
Compactación
C.B.R. saturado
C.B.R. seco
Penetrómetro saturado
Penetrómetro seco
- ANEXO 2:** Procedimiento del ensayo de C.B.R.
- ANEXO 3:** Calibración del Penetrómetro con Anillo de Carga

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Prensa Hidráulica	16
2. Clasificación de subrasante de acuerdo al valor de C.B.R.....	19
3. Equipo empleado para el ensayo de C.B.R.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

1. Valores de carga unitaria	17
2. Clasificación de los suelos de acuerdo al valor de C.B.R	18
3. Clasificación de subrasante de acuerdo al valor de C.B.R.....	19
4. Factor por altura de Penetración.	30
5. Resumen de Clasificación.....	48
6. Resumen de Compactación.....	49
7. Resumen de Resultados C.B.R. y P.A.C.....	50
8. Resumen de Resultados P.A.C. in situ.....	51

ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Equipo para medir el hinchamiento	21
2. Prensa hidráulica para la prueba de penetración	22
3. Mango, Anillo, Extensómetro y Freno del P.A.C.	26
4. Barra graduada	26
5. Punta Cónica	27
6. Puesta a cero del equipo P.A.C.	28
7. Prueba de Penetración	29
8. Penetración del Cono hasta la mitad de su altura	30
9. Av. Integración.....	35
10. Barrio Constructor	36
11. Barrio Paraíso	37
12. Barrio San Gerónimo	38
13. Barrio 3 de Mayo	39
14. Barrio San Bernardo	40
15. Barrio Tejar	41
16. Barrio Andaluz	42
17. Barrio Monte Cristo	43
18. Barrio Luis Espinal	44
19. Nueva Terminal.....	45
20. Turumayo	46
21. Barrio Los Chapacos.....	47