



Comparación de la resistencia de California Bearing Ratio y Penetrómetro Dinámico de Cono en la subrasante Cusco-Paruro

Comparison of the resistance of California Bearing Ratio and Dynamic Cone Penetrometer in the Cusco-Paruro subgrade

De la Cruz Vega, Sleyther Arturo^{1*} , Ccori Siello Vega Neyra¹ , Garrido Oyola José Antonio² ,
Pezo Morales Pablo Adrian³ , Mejía Guerrero Hans¹ 

Datos del Artículo

¹ Universidad Cesar Vallejo.
Facultad de Ingeniería y arquitectura.
Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314.
Lima, Perú.

² Universidad José Faustino Sánchez Carrión.
Departamento de Ingeniería Civil.
Av. Mercedes Indacochea N° 609. Huacho.
Lima, Perú.

³ Universidad Nacional de Barranca.
Departamento de Ingeniería.
Av. Toribio de Luzuriaga N° 376, Mz. J, Urb. La Florida, Barranca.
Lima, Perú.

*Dirección de contacto:

Sleyther Arturo De la Cruz Vega
Universidad Cesar Vallejo.
Facultad de Ingeniería y arquitectura.
Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314.
Lima, Perú.

E-mail: sdelacruz@ucv.edu.pe

Palabras clave:

Espécimen,
progresiva,
límite líquido,
límite plástico,
mecánica de suelos.

J. Selva Andina Biosph.
2023; 11(2):150-158.

ID del artículo: [129/JSAB/2023](https://doi.org/10.15388/JSAB/2023)

Historial del artículo

Recibido marzo, 2023.
Devuelto junio, 2023.
Aceptado septiembre, 2023.
Disponible en línea, noviembre 2023.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Specimen,
progressive,
liquid limit,
plastic limit,
soil mechanics.

Resumen

La complejidad de los suelos en el Perú radica en la diversidad de los climas, composición de los suelos y en el poco estudio por parte de los ingenieros. Este trabajo tuvo el objetivo comparar los resultados del ensayo de CBR y PDC en la subrasante Cusco - Paruro, utilizado en la apertura de trochas, pavimentos, carreteras y en otros estudios.

La población de estudio fue la subrasante acotada desde km 0+000 hasta 4+000, se extrajeron 4 especímenes para el estudio de CBR, en el laboratorio según MTC y en el estudio de PDC se realizaron 21 puntos de ensayo, cada 200 m en las progresivas ya marcadas en la trayectoria anteriormente mencionada. Los resultados muestran que la subrasante está conformado por diferentes tipos de estratos, según sus propiedades físicas y mecánicas se clasifican según normas SUCS en: (CL), (GC), (SM), (SW-SM) y normas AASTHO en: A-6(9), A-6(0), A-2-4(0), A-1-a (0).

Los resultados del laboratorio concluyeron que la resistencia con PDC in situ y CBR de laboratorio para suelos finos es de 0.11 a 0.96 % con confiabilidad de 99.81 y 99.04 %, y en suelos granulares varían de 7.62 a 1.84 % con una confiabilidad menor de 92.38 y 98.16 %.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The complexity of soils in Peru lies in the diversity of climates, soil composition and the lack of study by engineers. The objective of this work was to compare the results of the CBR and PDC test on the Cusco-Paruro subgrade, used in the opening of trails, pavements, roads and other studies. The study population was the subgrade bounded from km 0+000 to 4+000, 4 specimens were extracted for the CBR study, in the laboratory according to MTC and in the PDC study 21 test points were performed, every 200 m in the progressives already marked in the aforementioned trajectory. The results show that the subgrade is made up of different types of strata, according to their physical and mechanical properties they are classified according to SUCS standards as: (CL), (GC), (SM), (SW-SM) and AASTHO standards as: A-6(9), A-6(0), A-2-4(0), A-1-a (0).

The laboratory results concluded that the resistance with in situ PDC and laboratory CBR for fine soils is from 0.11 to 0.96 % with reliability of 99.81 and 99.04 %, and in granular soils they vary from 7.62 to 1.84 % with a lower reliability of 92.38 and 98.16 %.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Los proyectos de inversión en infraestructura vial, son trascendentales en el desarrollo interno del país¹, sin embargo, en la actualidad existe una alta demanda de medios de transporte con problemas en su mantenimiento y conservación². Con respecto a los diseños de pavimentos, estos se realizan para una vida útil de 20 a 30 años³⁻⁵. En el cálculo del diseño se utilizan parámetros del CBR (California Bearin Ratio) o del PDC (penetrómetro dinámico del cono) para determinar el esfuerzo al corte o resistencia, sin considerar sus amplias variaciones⁶.

En la actualidad, existen normas nacionales e internacionales que permiten estimar el valor CBR, siendo la ASTM D1883 utilizada para muestras alteradas⁷, la INV E 169-13 para CBR in situ⁸, entre otros. Estos ocasionan un alto costo y tiempo excesivo, siendo necesario optimizar todos estos recursos utilizando métodos más simples y sencillos, hoy en día, el más empleado es método de PDC, propuesto por las normas vigentes ASTM D 6951-03⁹, pero según el uso y los años, aparecen inconvenientes en las correlaciones y usos de distintos autores para determinar las clasificaciones de suelos con los ensayos de CBR en situ y laboratorio. Así mismo, Osorio Martínez & Casas Gerena¹⁰, mencionan que es necesaria la recopilación de datos de campo de ensayos in situ de PDC y resultados de CBR para mejorar la confiabilidad en la evaluación de los suelos para pavimentos.

En nuestro país, es importante brindar la información de infraestructura vial, para impulsar un planeamiento de desarrollo para los medios de transporte y la red de infraestructuras viales. Las cuales, bien desarrolladas reducen las brechas de distancias entre regiones, con un fin de incluir al mercado nacional con otros, a nivel de países y regiones, permitiendo el crecimiento económico y reduciendo la tasa de pobreza¹¹.

Las estadísticas de las vías del distrito de Chimbote, señalan 25 % tienen un deterioro en la capa de rodadura llamadas espaldas de cocodrilo, 45 % tiene desplazamientos horizontales, hundimientos y 30 % fallas irregulares como son estrías transversales, estrías longitudinales y diagonales¹². Estos principales problemas son producto de un mal diseño de pavimento, y de los incorrectos ensayos realizados en los suelos de la base y sub-base que transmite la carga al suelo. Si bien se utiliza el PDC para estimar la resistencia en el lugar de los suelos inalterados o compactados⁹, el ensayo que en mayor cantidad se emplea es el CBR, y comparando los dos ensayos se observan variaciones en estos parámetros.

El objetivo de la investigación fue comparar los resultados del ensayo de CBR y PDC en la subrasante Cusco-Paruro.

Materiales y métodos

La investigación fue ejecutada de enero a diciembre de 2022, realizando ensayos en la trayectoria de estudio de suelos, permitió obtener datos de la subrasante en cada progresiva de estudio, en laboratorio evaluando y cotejando resultados de las pruebas PDC en el sitio y CBR en laboratorio.

La población seleccionada en el ensayo fueron suelos de la subrasante en la vía Cusco-Paruro, km 0 al 4 en la comunidad de Ccollparo. La muestra fue 21 pruebas, cada 200 m en las progresivas ya marcadas a lo largo de los 4 km de estudio.

Se realizó el recorrido e inspección preliminar de la trayectoria de estudio detallando características del terreno, zonas altas y bajas, zonas con fallas si las hubiera, acompañados con instrumentos como winchas, brújula y odómetro.

La extracción del espécimen de los suelos de la subrasante a una profundidad de 1.5 m aproximadamente, esta variará a más, si son lugares con material de relleno, o terrenos no consolidados en la vía Cusco-Paruro, se pudo observar un terreno de poco corte, perfilado, y poco o ningún mantenimiento de dicha ruta de transpirabilidad, en el muestreo se realizó en las cotas de exploración para la extracción de muestras en la vía Cusco-Paruro.

El ensayo CBR de laboratorio se realizó una vez extraído del campo y llevado al laboratorio para sus posteriores ensayos de las 4 muestras extraídas (calicatas) para esto se tuvieron que realizar contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, máxima densidad seca (MDS), contenido óptimo de humedad. Para los ensayos en el laboratorio se apoyó con las especificaciones técnicas del manual de carreteras sección suelos y pavimentos¹³, manual de ensayo de materiales¹⁴, método de ensayo estándar para el uso de PDC en estructuras de pavimentos¹⁵.

La norma ASTM D6951-03¹⁵, establece el uso de PDC, se utiliza una ecuación del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos, utilizada en la calidad de los suelos, esta correlación surge de los índices PDC. En las pruebas realizadas de los puntos, o progresivas ya establecidas se analizarán con el método y técnica de ensayo PDC en sitio, es más sencillo y práctico a la hora de realizar en campo, teniendo resultados inmediatos sin la necesidad de ir al laboratorio,

lo contrario sucede con el CBR de laboratorio, requiere una suma delicadeza desde el momento de extracción, transporte hasta la experimentación.

Con las 2 pruebas se consiguió la resistencia a la penetración del suelo, experimentado ya sea en el lugar o en laboratorio, en PDC in situ se halla la capacidad estructural del suelo estudiado, al igual que el CBR determino la capacidad resistente de la subrasante en el diseño de cualquier pavimento así mismo, su porcentaje de densidad seca.

Resultados

Se realizaron 4 exploraciones utilizando PDC, que es un método versátil y confiable¹⁶. Estas fueron comparados con el CBR de laboratorio, sus características y propiedades, del distrito de San Jerónimo zona Sur Este de la ciudad del Cusco (Tabla 1).

Tabla 1 Coordenadas UTM del lugar de estudio

Coordenadas			
Exploración	Latitud	Longitud	Cota
C ₁	8499676 N	188397 E	1
C ₂	8498025 N	188246 E	9
C ₃	8497043 N	188188 E	14
C ₄	8496489 N	188202 E	19

C calicata.

La Tabla 1 presenta las coordenadas de la ubicación de los puntos de ensayo de las calicatas C₁, C₂, C₃ y C₄.

Tabla 2 tabulación de los 4 puntos del sondeo de CBR estimado por PDC

Resumen de las estimaciones de CBR in situ								
Profundidad (mm)	Calicata 1		Calicata 2		Calicata 3		Calicata 4	
	Í-PDC	CBR	Í-PDC	CBR	Í-PDC	CBR	Í-PDC	CBR
0 - 100	50	3.65	10	22.15	4.3	57	3.1	69.55
100 - 150	25	7.93	12.5	17.25	6.3	37.16	3.3	76.67
Prom. de CBR en 30 puntos	6.51		17.96		32.78		74.76	

I-PDC Índice del PDC (mm/golpe), Prom. Promedio, CBR California Bearin Ratio.

Discusión

El tipo de suelo que presenta la C₁ es arcilloso de baja

plasticidad con arena (CL), A-6 (9), se observa que el valor de la resistencia del ensayo PDC in situ se obtuvo 6.51 %, por otro lado la resistencia de CBR

en laboratorio al 100 % de MDS 6.4 %, haciendo una comparación entre estos 2 ensayos la variación del índice de CBR fue en 0.11 %, la correlación de ambos ensayos del PDC en campo y CBR de laboratorio tiene una confiabilidad de 99.81 %, ambos ensayos se realizaron en la C₁ ubicado en el lado izquierdo de

la vía Cusco-Paruro en la progresiva km 0+200, haciendo una comparación si guarda una relación con lo que afirma la investigación de Valencia¹⁸, ya que en este estudio se llegó a la conclusión de que el porcentaje de confiabilidad es de 95 %.

Tabla 3 Tabulación de los 4 ensayos de CBR de laboratorio

Sondeo		Límites de Atterberg			Clasificación de suelos		Compactación		CBR de Laboratorio	
Calicata	Profundidad (m)	Límite líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Humedad Natural (%)	AASHTO	SUCS	Humedad Óptima	Densidad Máxima (g cm ⁻³)	CBR al 100%
C ₁	1.5	23	10	13	13.2	A-6(9)	Arcilla de baja plasticidad con arena	14.3	1.684	6.4
C ₂	1.5	21	9	12	10.8	A-6(0)	Grava arcillosa con arena	14.4	1.954	17
C ₃	1.5	NP	NP	NP	10.3	A-2-4(0)	Arena limoso con grava	10.6	2.005	40.4
C ₄	1.5	NP	NP	NP	10.7	A-1-A(0)	Arena bien gradada con limo y grava	8.2	2.68	76.6

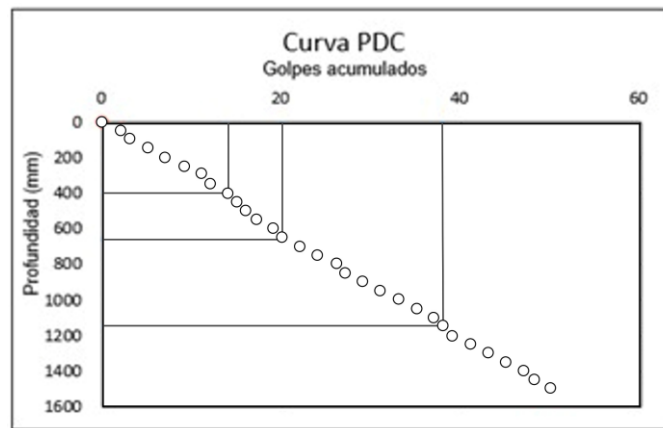
Tabla 4 Resultados de penetración vs número de golpes PDC

Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Número de golpes acumulados
	0	0
2	50	2
1	100	3
2	150	5
2	200	7
2	250	9
2	300	11
2	350	13
1	400	14
1	450	15
1	500	16
1	550	17
2	600	19
1	650	20
2	700	22
2	750	24
2	800	26
1	850	27
2	900	29
2	950	31
2	1000	33
2	1050	35
2	1100	37
1	1150	38

Tabla 4 Resultados de penetración vs número de golpes PDC (continuación)

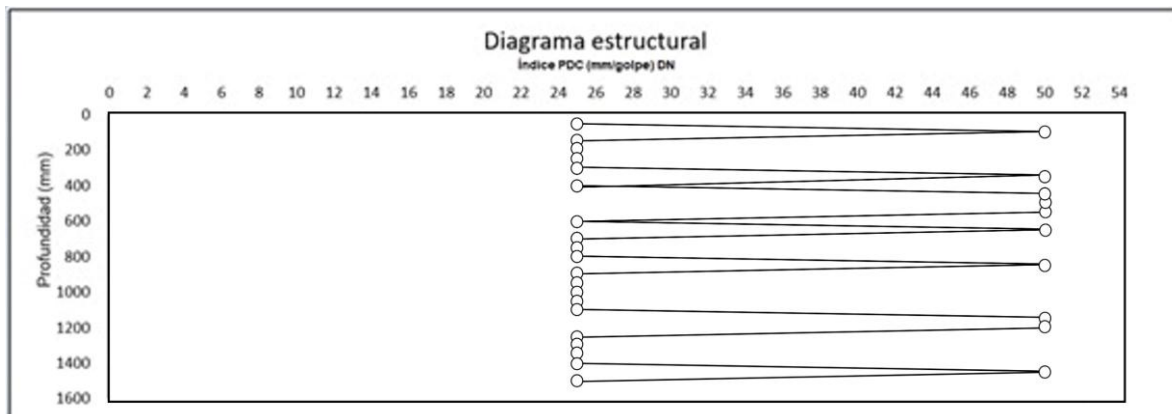
Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Número de golpes acumulados
1	1200	39
2	1250	41
2	1300	43
2	1350	45
2	1400	47
1	1450	48
2	1500	50

Figura 1 Curva PDC, cambio de cada estrato en cada capa del suelo



En la Figura 1, para la calicata 1, se observa distintos estratos de suelo en relación a la profundidad que este se va introduciendo, por otra parte, la distancia de cada espesor en el sondeo se aprecia espesores de 0-40, 40-65, 65-115 y 115-150 cm, es importante para penetrar una capa de suelo a una altura determinada¹⁷.

Figura 2 Diagrama estructural en función a índice de PDC



La Figura 2 muestra la calicata 1, detallamos la uniformidad del estrato: 0-15, 30-90, 110-150 cm, se observa a una profundidad datos repetitivos, estas ya no se consideran en el estrato, son estratos con mismas humedades, densidades y ciertas valoraciones del suelo, la variación en los intervalos mencionados son cambios o alteraciones.

Tabla 5 Comparación del CBR in situ y en laboratorio

Calicata	Tipo de suelo	CBR de Laboratorio	PDC	%	Confiabilidad (%)
		CBR al 100 %	(CBR in situ) CBR al 100 %		
C ₁	CL-A-6 (9)	6.4	6.51	0.11	99.81
C ₂	GC-A-6 (0)	17	17.96	0.9	99.04
C ₃	SM- A-2-4 (0)	40.4	32.78	7.62	92.38
C ₄	SW-SM- A-1-a (0)	76.6	74.76	1.84	98.16

La comparación de resultados en suelo grava arcillosa con arena (GS), A-6(0), se puede observar que el valor de la resistencia con el ensayo (PDC) in situ fue 17.96 %, por otro lado la resistencia de CBR en laboratorio al 100 % de MDS 17.00 %, haciendo una comparación entre estos 2 ensayos la variación del índice de CBR fue 0.96 %, la correlación de ambos ensayos del PDC en campo y CBR de laboratorio tiene una confiabilidad de 99.04 %, haciendo una comparación si guarda una relación con lo que afirma la investigación de Cabrales Contreras¹⁹ ya que en este estudio se estableció la correlación entre las pruebas de CBR y el PDC, obteniendo ensayos similares a los realizados con una misma medida tanto de profundidad, diámetro.

La comparación de resultados en suelo arena arcillosa con grava (SM), A-2-4 (0) se pudo observar que el valor de la resistencia con el ensayo (PDC) in situ fue 32.78 %, y por otro lado su resistencia de CBR en laboratorio al 100 % de MDS fue 40.4 %, haciendo una comparación entre estos 2 ensayos la variación del índice de CBR fue 7.62 %, la correlación de ambos ensayos del PDC en campo y CBR de laboratorio tiene una confiabilidad de 92.38 % y guarda una relación con lo que afirma la investigación de Bazán Galarreta & Prado Holguín²⁰, ya que en este estudio se llegó a la conclusión que al analizar la similitud se puede asegurar la igualdad y proximidad de las muestras estudiadas ya que se obtuvo 98.9 % de confiabilidad.

La comparación de resultados en suelo arena bien graduada con limo y grava (SW-SM), A-1-a (0) se

puede observar que el valor de la resistencia con el ensayo PDC in situ se obtuvo 74.76 %, y por otro lado su resistencia de CBR en laboratorio al 100 % de MDS fue 76.6 %, haciendo una comparación entre estos 2 ensayos la variación del índice de CBR fue 1.84 %, la correlación de ambos ensayos del PDC en campo y CBR de laboratorio tiene una confiabilidad 98.16%, se relaciona con lo que afirma la investigación de Llanos Sánchez & Reyes Pérez²¹ ya que en esta investigación se logró comparar los resultados en suelo arena limosa (SM) mediante los ensayos de PDC in situ y CBR de laboratorio, estos datos fueron confiables y aceptables al 99 %.

La conclusión de la comparación de la resistencia de CBR y PDC es que para suelos finos como CL (arcilla limosa) y GC (grava arcillosa) la variación es menor a 1%, con confiabilidad de 99.04 %, con respecto a los suelos SM (arena limosa) y SW-SM (arena bien graduada y arena limosa) tiene variaciones entre 1 a 7% y confiabilidad menor del 92 %.

Fuente de financiamiento

El presente trabajo de investigación fue financiado por los autores.

Conflictos de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés con la investigación realizada.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo por permitir y apoyarnos en la investigación.

Consideraciones éticas

El presente trabajo utilizó la información con responsabilidad, veracidad, justicia, protección al medio ambiente, principio de beneficencia y no tiene efectos negativos, daños físicos ni psicológicos.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en la investigación.

Contribución de los autores

De la Cruz Vega Sleyther Arturo, aportó en la conceptualización, diseño. *Ccori Siello Vega Neyra*, aportó en los ensayos de laboratorio, en los estudios de campo, análisis estadísticos. *Garrido Oyola José Antonio*, aportó en la metodología, enfoque, instrumentos de recolección de datos. *Hans Mejía Guerrero*, *Pezo Morales*, *Pablo Adrian*, participaron en la estructura, ensayos de laboratorio.

Literatura Citada

1. Correa G, Rozas P. Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: elementos para la toma de decisiones [Internet]. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2006 [citado 12 de mayo de 2022]. 83 p. Recuperado a partir de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6303-desarrollo-urbano-inversiones-infraestructura-elementos-la-toma-decisiones>

2. Massenlli GSR, de Paiva CEL. Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. *Ingeniare Rev Chil Ing* 2019;27(4):613-24. DOI: <http://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400613>
3. American Association of State Highway and Transportation Official. Mechanistic-empirical pavement design guide [Internet]. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Official; 2008 [cited May 2, 2022]. 34 p. Retrieved from: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563568428712666/AASHTO08.pdf>
4. Mallick RB, El-Korchi T. Pavement engineering principals and practice [Internet]. New York: CRC Press; 2013 [cited May 2, 2022]. 659 p. Retrieved from: <https://bayanbox.ir/view/994696755219134962/1439870357Pavem.pdf>
5. Newcomb DE, Willis R, Timm DH. Perpetual asphalt pavements a synthesis [Internet]. Lanham: Asphalt Pavement Alliance; 2010 [cited May 2, 2022]. 45 p. Retrieved from: https://www.driveasphalt.org/uploads/documents/Perpetual_Pavement_Synthesis.pdf
6. Mejía Vera CA, Gilces Delgado JR, Ortiz Hernández EH, García Vences JJ. Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de valor de soporte de California (CBR) y cono dinámico de penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí. *Riemat* 2019;4(2):11. DOI: <https://doi.org/10.33936/riemat.v4i2.2491>
7. California Bearing Ratio Test [Internet]. Gilson Company INC. 2023 [citado 5 de marzo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://www.globalgilson.com/blog/cbr-testing#:~:text=CBR%20Test%20Methods,using%20a%20standard%20sized%20piston>
8. MacGregor Torrado A, Gallarda Amaya RJ, Yulady Jaramillo H. Caracterización de suelos de

- subrasante mediante el uso del penetrómetro dinámico de cono (PDC). *Respuestas* 2020;25(S2):59-68.
9. American Society for Testing and Materials. Standard test method for use of the dynamic cone penetrometer in shallow pavement applications [Internet]. Pensilvania: American Society for Testing and Materials; 2003 [cited 26 Oct 2022]. Designation: D 6951-03. Retrieved from: <https://nazhco.com/wp-content/uploads/2020/11/6951-03.pdf>
 10. Osorio Martínez J, Casas Gerena A. Correlación P.D.C. con C.B.R. para suelos en la localidad de Suba [tesis licenciatura]. [Bogotá]: Universidad Nacional del Santa; 2011 [citado 08 de octubre de 2022]. Recuperado a partir de: <https://core.ac.uk/download/pdf/143448544.pdf>
 11. Carrasco Osorio AE. Infraestructura vial nacional asociada a la competitividad [tesis maestría]. [Lima]: Universidad de Piura; 2009 [citado 26 de octubre de 2022]. Recuperado a partir de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1990>
 12. Quezada Morillo SB. Diseño de una estructura de pavimento en suelos saturados haciendo uso del ensayo DCP en P.J. Manuel Arévalo en la ciudad de Chimbote [tesis licenciatura]. [Áncash]: Universidad Nacional del Santa; 2015 [citado 16 de octubre de 2022]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2699>
 13. Resolución Nacional de Gestión de Infraestructura Vial [en línea]. Lima: Resolución Direccional 10-2014-MTC/14; 2014 [Acceso 20 de octubre 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4441297-10-2014-mtc-14>
 14. Ministerio de Transporte y Comunicaciones [en línea]. Lima: Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre 18-2016-MTC/14; 2016 [Acceso 20 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4442276-18-2016-mtc-14>
 15. Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications [Internet]. American Society for Testing and Materials. 2010 [cited 5 Oct 2022]. Retrieved from: <https://www.astm.org/d6951-03.html>
 16. Escorcía Montero J, Rodríguez Arzuaga L, Pupo Meza S, Viecco Márquez M. Identificación de la ecuación del Penetrómetro Dinámico de Cono que se ajuste a las propiedades características de los materiales utilizados como sub-base para pavimentos flexibles en Barranquilla [tesis en Internet]. [Barranquilla]: Corporación Universidad de la Costa C.U.C; 2004 [citado 26 de julio de 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/3240>
 17. Navarro Martínez D, Gómez Gómez F. Correlaciones entre métodos convencionales y alternativos para estimar la resistencia y compactación de suelos [tesis licenciatura]. [Cartago]: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2004 [citado 16 de octubre de 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/256>
 18. Valencia J. Correlación del valor de soporte California y el Penetrómetro Dinámico de Cono en la determinación de la capacidad de soporte de las Obras Viales; Aplicado en la Vía Juliaca - Isla [tesis licenciatura]. [Juliaca]: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez; 2009 [citado 08 de mayo de 2022]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3152>
 19. Cabrales Contreras D. Ecuación de correlación entre PDC y CBR para arcillas blandas de la Ciudad de Bogotá D.C [tesis licenciatura]. [Colombia]: Universidad Militar Nueva Granada; 2019 [citado 08 de mayo de 2022]. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/10654/31738>
 20. Bazán Galarreta A, Prado Holguín K. Correlación entre el CBR y el PDC en la determinación de la resistencia del suelo en la localidad de Moche [tesis licenciatura]. [Trujillo]: Universidad Cesar Va-

llejo; 2020 [citado 08 de junio de 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50527>

21.Llanos Sánchez AH, Reyes Pérez SK. Estudio comparativo de los ensayos California Bearing Ratio (CBR) de laboratorio y Penetración Dinámica De Cono (PDC) en la localidad de Picsi [tesis licenciatura]. [Pimentel]: Universidad Señor de Sipán; 2017 [citado 26 de julio de 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5443>

Nota del Editor:
Journal of the Selva Andina Biosphere (JSAB). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.