



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Montalico Chua, Marbin Anthony (orcid.org/0000-0003-2771-2174)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi amada familia esposa hijos y padres, cuya devoción y amor incondicional han sido mi faro en este viaje académico. Vuestra guía y apoyo han tejido los cimientos de mis logros, iluminando cada paso de este camino con vuestra sabiduría y cariño. Esta tesis es un modesto tributo a vuestro sacrificio, paciencia y fe en mí. Gracias por ser mis pilares, por inspirarme a soñar y por enseñarme que el esfuerzo y la dedicación cosechan los más dulces frutos. Este logro es vuestro legado en mí. Con amor y gratitud infinitos, esta obra está dedicada a ustedes.

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Dr. José Luis Benites Zuñiga, quien ha sido un pilar fundamental en este proyecto. Su orientación experta, su disposición constante para resolver mis dudas y su apoyo incondicional han sido cruciales en cada etapa de esta investigación. También, agradezco a la Universidad César Vallejo por proporcionarme el entorno académico propicio y los recursos necesarios para llevar a cabo este trabajo. Su compromiso con la excelencia académica ha sido una inspiración constante. Este logro no habría sido posible sin su valioso respaldo y guía, por lo que les estoy sinceramente agradecido por su dedicación y contribución a este proyecto.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023", cuyo autor es MONTALICO CHUA MARBIN ANTHONY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 13 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 13- 02-2024 19:23:29

Código documento Trilce: TRI - 0738075



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MONTALICO CHUA MARBIN ANTHONY estudiante de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MONTALICO CHUA MARBIN ANTHONY DNI: 44025801 ORCID: 0000-0003-2771-2174	Firmado electrónicamente por: MMONTALICO51 el 14- 02-2024 16:48:07

Código documento Trilce: INV - 1717752

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	21
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización de los lodos de concreto	19
Tabla 2. Características de las calicatas sondeadas.....	19
Tabla 3. Caracterización de los lodos de concreto	22
Tabla 4. Datos conseguidos de índice de plasticidad.....	24
Tabla 5. Test de normalidad de los valores de índice de plasticidad	25
Tabla 6. Análisis estadístico del índice de plasticidad (Pearson).....	25
Tabla 7. Datos conseguidos de máxima densidad seca	26
Tabla 8. Test de normalidad de los valores de máxima densidad seca.....	27
Tabla 9. Contrastación estadística de la densidad seca (Pearson)	27
Tabla 10. Datos conseguidos del ensayo de valor de soporte California.....	28
Tabla 11. Test de normalidad de los valores de capacidad de soporte	29
Tabla 12. Análisis estadístico de la capacidad de soporte (Pearson)	29
Tabla 13. Espesores del pavimento rígido.....	30
Tabla 14. Test de normalidad del diseño de pavimento	31
Tabla 15. Análisis estadístico del diseño del pavimento	31

Índice de figuras

Figura 1. Lavado del camión mixer luego de una jornada de trabajo.....	9
Figura 2. Diferencias entre un pavimento flexible y rígido.....	11
Figura 3. Cartas de diseño para pavimentos rígidos (a) y flexibles (b)	13
Figura 4. Sondeo de las calicatas C-1, C-2 y C-3	18
Figura 5. Vertedero donde se observa los lodos de concreto	18
Figura 6. Mapa del Perú.....	21
Figura 7. Mapa de la región de Moquegua	21
Figura 8. Provincia de Mariscal Nieto	21
Figura 9. Distrito de Moquegua.....	21
Figura 10. Distribución granulométrica de los lodos de concreto	23
Figura 11. Ensayo de límite plástico	23
Figura 12. Ensayo de límite líquido estado.....	23
Figura 13. Valores de índice de plasticidad con y sin lodos de concreto	24
Figura 14. Compactación de las muestras	26
Figura 15. Preparación de la muestra.....	26
Figura 16. Valores de máxima densidad seca con y sin lodos de concreto.....	26
Figura 17. Saturado de las muestras.....	28
Figura 18. Ensayo de CBR	28
Figura 19. Valores de capacidad de soporte con y sin lodos de concreto	28
Figura 20. Aforo vehicular durante el día.....	30
Figura 21. Aforo vehicular durante la noche	30
Figura 22. Espesores del pavimento rígido con y sin lodos de concreto	30

Resumen

El objetivo de este estudio fue demostrar el efecto de los lodos de concreto en la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023. La metodología empleada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental puro y de nivel explicativo; la muestra fue el suelo extraído de 3 calicatas del pasaje Pedregal, como instrumentos se emplearon fichas de observación y la técnica empleada fue la observación directa.

Los resultados indicaron que la incorporación de 30% de lodos de concreto reduce el índice de plasticidad en 45.63%, incrementa la máxima densidad seca en 6.18% y aumenta la capacidad de soporte del suelo de subrasante en un 296.55%. Además de acuerdo al diseño del pavimento rígido se observó que los espesores de las capas del pavimento del suelo estabilizado con 20% de lodos de concreto fueron las siguientes: subbase (15cm) y losa de concreto (18cm). Llegando a la conclusión que la adición de lodos de concreto tiene efecto en la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.

Palabras clave: Pavimento rígido, lodos de concreto, estabilización, subrasante.

Abstract

The objective of this study was to demonstrate the effect of concrete sludge on the subgrade for the rigid pavement design of the Pedregal passage, Moquegua 2023. The methodology used was applied, quantitative approach, pure experimental design and explanatory level; The sample was the soil extracted from 3 pits in the Pedregal passage. Observation sheets were used as instruments and the technique used was direct observation.

The results indicated that the incorporation of 30% of concrete sludge reduces the plasticity index by 45.63%, increases the maximum dry density by 6.18% and increases the support capacity of the subgrade soil by 296.55%. Furthermore, according to the design of the rigid pavement, it was observed that the thicknesses of the pavement layers of the soil stabilized with 20% concrete sludge were the following: subbase (15cm) and concrete slab (18cm). Reaching the conclusion that the addition of concrete sludge has an effect on the subgrade for the design of the rigid pavement of the Pedregal passage, Moquegua 2023.

Keywords: Rigid pavement, concrete sludge, stabilization, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En Australia, Hawthorn, el diseño exitoso de un sistema de pavimento con varias propiedades de materiales se ve afectado por la rigidez y la resistencia de las capas del pavimento, es decir, superficie, base, subbase y subrasante. Entre las capas de pavimento, la subrasante constituye el cimiento primordial del sistema de pavimentación, encargado de transmitir las cargas ejercidas hacia el terreno. Con el propósito de evaluar las propiedades de la subrasante en variadas situaciones ambientales y de carga, se ha introducido el concepto del módulo resiliente (Ghorbani, Arulrajah, Narsilio, Horpibulsuk y Bo, 2020, p. 398).

En Canadá, Ottawa, la construcción de pavimentos en regiones frías requiere atención especial debido a los ciclos repetidos de temperaturas atmosféricas de congelación a descongelación. En vista del costo sustancial que se necesita para su mantenimiento y rehabilitación, se espera que las carreteras funcionen durante largos períodos de uso sin mayores problemas en una inmensa variedad de temperaturas y climas. Por lo que, resulta fundamental entender el efecto de los cambios climáticos en las carreteras a corto, mediano y largo plazo con miras a incorporar mejoras que ayuden a mitigar las fallas prematuras. Una de esas mejoras puede ser vincular la respuesta de la estructura del pavimento, influenciada por los requisitos ambientales, operativos y de servicio (Maadani y Halim, 2017, p. 2). Mientras que, en Brasil, Belo horizonte la fabricación de hormigón premezclado consume mucho cemento y genera millones de m³ de residuos de lodos de hormigón (CSW). Se sabe que el CSW es heterogéneo y tiene diferentes propiedades químicas y físicas, por lo que resulta necesario emplear este material con el fin de sustituir aditivos industriales en la industria de la construcción (Martins, García, Aguilar y Dos Santos, 2021, p. 21).

En Moquegua, Perú, persiste una marcada deficiencia en la planificación de las carreteras, especialmente relacionada con la formación de vías. Un dilema recurrente radica en la presencia de arcillas expansivas en los suelos, planteando un desafío significativo para los expertos en ingeniería vial y geotecnia a nivel global. El mejoramiento de cualidades de resistencia de estos suelos se vislumbra como una vía para facilitar la habilitación de una carretera sin pavimentar (Castro, Navarro, Aybar y Durán, 2020, p. 1).

En la ciudad de Moquegua las carreteras desempeñan un papel crucial al conectar comunidades con áreas urbanas, lo que fomenta la actividad económica. Por lo tanto, es de vital importancia garantizar que estas vías estén en excelentes condiciones, proporcionando seguridad y comodidad a quienes las utilizan. Para lograr esto, es fundamental perfeccionar la calidad de los suelos subyacentes, y en este estudio particular, se explorará el uso de materiales rehusados, como los lodos de concreto procedentes de botaderos de insumos de construcción existentes en la ciudad de Moquegua. Esta investigación busca optimizar la calidad de la infraestructura vial y promover la sostenibilidad mediante el aprovechamiento de recursos residuales para beneficio de las carreteras y las comunidades que sirven.

De acuerdo a la realidad problemática presentada se formuló el siguiente problema general: ¿Cuál es el efecto de la adición de lodos de concreto a la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?, mientras que como problemas específicos se planteó: ¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?, ¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?, ¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023? y ¿Cuál es el efecto de la subrasante con la adición de lodos de concreto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?

Este estudio se justifica desde una perspectiva teórica, pues es esencial mejorar la infraestructura vial de manera sostenible y eficiente, y el uso de lodos de concreto como material estabilizante puede aportar valiosos conocimientos sobre su comportamiento y su impacto en la estabilidad del pavimento, se justifica de manera práctica pues esta alternativa puede ofrecer beneficios económicos y de disponibilidad de materiales, al utilizar lodos de concreto reutilizados, lo que reduciría la cantidad de residuos generados y supondría ahorros significativos en el tiempo en relación a la conservación de las vías. Se justifica ambientalmente, pues el empleo de lodos de concreto reutilizados contribuye a reducir el daño a la naturaleza y al acabamiento de materiales de origen natural, evitando la extracción

de materiales y favoreciendo prácticas más sostenibles en la construcción de infraestructuras, en consonancia con los principios de preservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible si justifica de forma social, debido a que pavimentos más seguros y duraderos mejoran la conectividad y accesibilidad para las comunidades, impulsando el desarrollo económico regional, mientras que el enfoque en el uso responsable de lodos de concreto promueve una gestión más consciente de los residuos provenientes del concreto premezclado.

Este estudio posee como objetivo general: Demostrar el efecto de los lodos de concreto en la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023. Y como objetivos específicos posee: Determinar el efecto de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023, determinar el efecto de los lodos de concreto en la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023, determinar el efecto de los lodos de concreto en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 y determinar el efecto de la subrasante con la adición de lodos de concreto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.

Mientras que como hipótesis general se formuló: Los lodos de concreto tienen efecto en la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 y como hipótesis específicas se planteó: Los lodos de concreto tienen efecto sobre el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023, los lodos de concreto tienen efecto sobre el la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023, los lodos de concreto tienen efecto sobre la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 y la subrasante con la adición de lodos de concreto tiene efecto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En el contexto nacional, Mamani (2022) buscaba mejorar la efectividad del mejoramiento de la subyacente mediante la aplicación de desperdicios de concreto premezclado. Se aplicó una metodología que empleó un enfoque cuantitativo basado en diseño experimental y aplicado. Se consideró la totalidad de la base de la carretera, que abarca 22 kilómetros, y se realizaron 3 pruebas para representar la muestra. Los resultados indicaron que al agregar lodos de concreto en cantidades del 8.0%, 15.0% y 30.0%, decreció el IP a valores de 22.27%, 20.0% y 18.03% respectivamente. Asimismo, se observó un aumento en la densidad seca máxima, alcanzando valores de 1.814 g/cm³, 1.830 g/cm³ y 1.842 g/cm³ para los mismos porcentajes de lodos. Además, el valor del CBR aumentó a 7.17%, 10.80% y 11.93% respectivamente. En resumen, la inclusión de desechos de concreto resultó en una mejora significativa en la estabilidad de la subyacente, cambiando su clasificación de baja calidad a alta calidad.

Apaza y Ninaja (2022) se propusieron en su tesis indagar sobre el impacto que genera la introducción de lodos de concreto en el proceso de consolidación de la subrasante. El enfoque metodológico adoptado fue de índole aplicada, abrazando una perspectiva cuantitativa y un diseño cuasi-experimental con orientación explicativa. El ámbito de estudio comprendió la totalidad de la vía Suchis-Sucasco, siendo representada mediante la ejecución de 3 muestreos específicos. Los resultados revelaron que el suelo subrasante exhibía una resistencia CBR del 4.450%. Contrariamente, la inclusión de concreto premezclado residual en proporciones de 10%, 20% y 30% mostró un aumento progresivo en los valores del CBR, alcanzando un 6.07%, 8.22% y 12.02% respectivamente. En conclusión, se estableció que la inclusión de lodos de concreto ejerce una influencia efectiva en el proceso de consolidación de la subrasante, evidenciándose a través de una notable mejora en la capacidad de soporte del terreno.

Como antecedentes internacionales Al-Obaydi, Abdulnafaa, Atasoy y Cabalar (2022) sought to evaluate the influence of three distinct construction and demolition crushed brick (CB), entrained asphalt (DA), (CD) materials—entrained asphalt (DA), and crushed concrete (CC)—on the behavior of a low plasticity clay (CL) when utilized as a subgrade layer in road construction. The study employed an applied

research approach, employing experimental design within a quantitative framework. Results unveiled a notable improvement in the California Bearing Ratio (CBR) values following the integration of CD materials into the CL soil. Specifically, the CBR values exhibited increments of 12.4% for DA, 13.7% for CB, and an impressive 49.7% for CC. This improvement resulted in CBR values rising from 1.1 to 1.7 times, correlating with an increased layer depth from 50 cm to 100 cm. Moreover, further improvements in CBR values varied from 1.5 to 1.8 times as the layer depth expanded from 50 cm to 150 cm. The research concluded by observing a slight decrease in the ideal moisture content upon incorporating CD materials: a decrease of 10.3% and 16.3% for CB and CC, respectively, while DA experienced the most significant reduction, dropping by 33.2%.

Elkafoury y Azzam (2021) conducted a study aiming to enhance the stabilization qualities of naturally occurring fine sand soils tainted with cooking oil (UCO) by employing xanthan gum, intended for application as a foundational layer within road pavement structures. The study adopted an applied methodology, employing an experimental setup entrenched within a quantitative paradigm. The findings unveiled that augmenting the concentration of xanthan gum (X_c) led to an enhancement in the CBR values of fine sand soils contaminated with UCO. Broadly, the outcomes suggested that across X_c values ranging from 0.1% to 0.9%, finer sand soil samples tainted with lower levels of UCO exhibited elevated CBR values. As a result, the study concluded that, from an economic perspective, stabilizing fine sand soils contaminated with cooking oil using xanthan gum could potentially reduce the necessary pavement thickness by approximately 11.3%.

Respecto a los artículos científicos internacionales Nawi, Nat, Sharipudin y Mohd (2022) conducted a study aimed at assessing three distinct residues generated from ready-mix concrete production plants, intending to repurpose them as recycled materials viable for use within the construction sector. Employing an applied methodology with an experimental design and a quantitative approach, the study unfolded critical insights. Findings indicated that the standard soil exhibited a density of 1,730 g/cm³ and a CBR of 5%. However, incorporating concrete sludge at rates of 10.0% and 20.0% led to a notable increase in density to 1,780 g/cm³ and 1,810 g/cm³, correspondingly elevating the CBR to 12.0% and 33.0%. This led to the

pivotal conclusion that residues from concrete batchers, once finely sieved through a 75-micrometer mesh, present as fine materials boasting commendable properties, demonstrating potential for enhancing underlying soils.

Reiterman, Moxndschein, Dousová y Dadivová (2022) embarked on research aimed at introducing a fresh avenue for reutilizing waste derived from ready-mix concrete, specifically the sludge form, generated during concrete production a material currently discarded without practical use and left in landfills. Employing an applied methodology featuring an experimental design and a quantitative approach, the study yielded pivotal findings. Initial assessments of the natural terrain showcased a California Bearing Ratio (CBR) of 3%. Upon introducing mixtures comprising 3%, 4%, and 8% of concrete sludge, notable elevations in CBR values emerged, measuring 55.0%, 34.0%, and 36.0% respectively. The compressive strength data for the control soil stood at 0.30 MPa, yet with the infusion of concrete sludge, these figures surged to 1.09 MPa, 0.98 MPa, and 1.06 MPa sequentially. This led to the conclusive inference that laboratory findings underscore a significant potential within the analyzed residues, displaying effects akin to conventional stabilizers.

Ochoa y Bizarreta (2021) elaboraron un estudio cuyo fin principal fue examinar la viabilidad de utilizar partículas finas de residuos de concreto (RC-fino), de tamaño inferior a 2mm, para perfeccionar las cualidades de un suelo de subrasante blando residual. El enfoque metodológico adoptado fue de naturaleza experimental y se estructuró en varias etapas: desde la adquisición del material hasta el procesamiento para obtener RC-fino, la mezcla con el suelo en diferentes proporciones, la evaluación física y la realización de pruebas de compactación y CBR tanto en el suelo natural como en las mezclas resultantes. Los resultados obtenidos indicaron que el suelo sin tratamiento mostraba un valor de CBR de 1.8%. Sin embargo, la introducción de adiciones de 20%, 40% y 60% de residuos finos de concreto generó incrementos notables en los valores de CBR, alcanzando cifras de 12.0%, 21.3% y 32.0%, respectivamente. En términos generales, se concluyó que el suelo residual analizado carecía de características adecuadas para su uso como subrasante. No obstante, la inclusión de residuos de concreto de fracción fina (RC-

fino) en este suelo ofreció una contribución positiva al mejorar sus propiedades de expansión, CBR y otros aspectos fundamentales.

Mientras que en artículos en otros idiomas se encontró la investigación de Ponnada, Rajeswararao y Markandeya (2021) carried out a study with the objective of determining the appropriate structure thickness for the pavement before and after adding fly ash, granulated furnace slag and NaOH. The research followed an applied methodology, using an experimental design within a quantitative framework. The findings demonstrated that the total pavement depth needed for the natural soil blend is 970 mm, whereas it was minimized to 630 mm with the M4 blend (consisting of 2% fly ash, 8% furnace slag, and 5% NaOH). This reduction in pavement depth was attributed to a CBR increase exceeding 400% in the stabilized soil (M4) compared to the unstabilized soil. As a consequence of this reduced pavement depth, the construction expenses for the highway project decreased by roughly 23%. This leads to the inference that the utilization of fly ash in conjunction with furnace slag and NaOH enhances the subgrade characteristics, subsequently diminishing pavement thickness and lowering costs in pavement construction.

Yang, Zhang, Cetin y Ceylan (2019) Yang, Zhang, Cetin y Ceylan (2019) conducted a scientific investigation focusing on the assessment of CGR (concrete grinding residue) for soil stabilization at various percentages: 10%, 20%, 30%, and 40%. Their methodology involved the utilization of an experimental framework. The findings revealed that the initial organic soil recorded an IP value of 16.0%. In contrast, soils treated with 10%, 20%, 30%, and 40% of CGR exhibited IP values of 16%, 12%, 10%, and 9%, respectively. The original organic soil sample had an MDS of 1.728 g/cm³, whereas the soil stabilized with 40% CGR showed a density of 1.625 g/cm³. Particularly, the addition of 20% CGR resulted in the highest load-bearing capacity, raising the CBR from 6.7% to 19.3%. This leads to the conclusion that the increased strength and CBR in soils stabilized with CGR were attributed to a combination of cationic exchange, flocculation, hydration and rehydration processes, as well as pozzolanic reactions.

Noor, Tuan, Akbar y Hani (2020) conducted a study aiming to assess the viability and effectiveness of utilizing concrete slurry waste, sourced from the Durable Mix concrete batching plant in Panchor, Muar, Johor, as an additive material for highway

subbase construction. Their experimental methodology involved the application of varying percentages—0%, 3%, 6%, 9%, and 12%—of concrete sludge. The findings revealed that the optimal moisture content for the standard soil sample measured 13.8%, while soil treated with 3%, 6%, 9%, and 12% concrete sludge showed optimal moisture contents of 15.96%, 16.21%, 18.32%, and 18.0%, respectively. On the other hand, the maximum dry density (MDS) of the standard soil sample was 1.82 g/cm³, whereas for the stabilized soil, the values were 1.76 g/cm³, 1.78 g/cm³, 1.76 g/cm³, and 1.77 g/cm³, respectively. Concurrently, the CBR value escalated from 9.70% to 22.98%, 32.34%, 40.44%, and 45.44% with the progressive increase in concrete sludge percentages of 3%, 6%, 9%, and 12%, respectively. This leads to the conclusion that the utilization of waste concrete slurries for soil stabilization presents an innovative approach due to multiple reasons, including water absorption capability, availability, a straightforward production process, sustainable practices, environmental benefits, and an efficient means to curtail costs.

La teoría de los lodos de concreto nace junto con la fabricación por primera vez del concreto premezclado, aunque el hormigón tiene mil años, es sólo en los últimos años del siglo 19 que se conoció la primera idea del hormigón "premezclado". En 1872, se cita a un ingeniero británico, el Sr. Deacons, que dijo: "sin duda, debe considerarse una gran ventaja entregar hormigón o mortero listo para encajar en el área de construcción". Si bien él fue el primero en prever la eficiencia de las plantas en funcionamiento para suministrar hormigón y mortero en la cantidad y con las características necesarias, los alemanes afirman, con razón, que fueron los primeros en convertir esta idea en realidad (Biasioli, 1999, p. 170).

En relación a la teoría de estabilización de subrasantes, el refuerzo del suelo se utilizó por primera vez en la antigüedad, hace unos 5000 años, utilizando paja y heno para reforzar los bloques de barro. En la historia moderna, el ingeniero francés Vidal fue el primero en establecer el concepto de refuerzo del suelo. Ha demostrado que la adición de elementos a una masa de suelo mejora la resistencia del medio. En consecuencia, tras estos resultados, se ha producido un incremento en el uso de materiales fibrosos para el perfeccionamiento de las características de los suelos expansivos, como imitación del pasado (Medina, Sandoval, Herazo, Zamora, Vivar y Reyes, 2023, p. 5).

La prueba de carretera AASHO realizada por la Asociación Estadounidense de Oficiales de Transporte y Carreteras Estatales a fines de la década de 1950 es la primera prueba de datos realizada sistemáticamente sobre el rendimiento del pavimento con diferentes composiciones de capas de pavimento y diferentes repeticiones de carga por eje. Con base en los resultados de las pruebas en carretera de AASHO, se publicó AASHTO-1961 con fórmulas de diseño empírico para el diseño estructural de pavimentos, tanto para pavimentos flexibles como para los rígidos, que posteriormente se actualizó y publicó en 1972 y 1993 (Jogarao, Deepak, Varma y Prasad, 2016, p. 165).

Los lodos de concreto son desechos generados por la devolución y residuos adheridos a los camiones mixer tras el uso del concreto premezclado. Cada camión dosificador de concreto acumula aproximadamente entre 250 y 350 kg de concreto en sus tambores, y su descarte inadecuado en vertederos provoca graves problemas ambientales. Para abordar esta situación, es crucial promover prácticas más responsables y sostenibles en el manejo de los desechos provenientes de las actividades de colocado de concreto premezclado, buscando alternativas de reciclaje o reutilización, lo que no solo reduciría el impacto ambiental sino también abriría oportunidades para un modelo de negocio más respetuoso con el medio ambiente (Wang y Zhang, 2018, p. 1). El concreto premezclado residual proveniente de trabajos de construcción consiste en una combinación de concreto sólido y agua. Su composición es similar a la del hormigón fresco, ya que contienen altos niveles de alcalinidad y contenido de calcio (Iizuka et al., 2012, p. 6099).

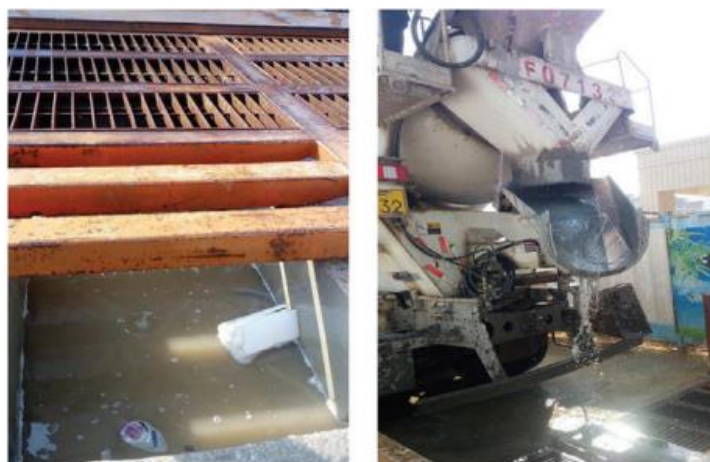


Figura 1. Lavado del camión mixer luego de una jornada de trabajo

Fuente: Waleed et al. (2019, p. 1)

La granulometría se ejecuta empleando diversos tamices conforme a los estándares establecidos. Si en la muestra se detectan componentes finos, se procede a realizar pruebas adicionales con el fin de averiguar los límites de consistencia. Este proceso, permite obtener una distribución de tamaños de partículas de un suelo con características granulares. Complementariamente, se llevan a cabo las 8 pruebas de límites de Atterberg, lo que posibilita la clasificación de los suelos. Dicha clasificación reviste importancia al permitir la definición, visualización y determinación de las cualidades y caracterización del suelo en estudio. Mediante este procedimiento, los suelos se agrupan en categorías específicas conforme a su tamaño de grano, lo que contribuye a un análisis más preciso y a la comprensión de sus características (Isik y Cabalar, 2018, p. 1).

El peso específico se establece como la proporción entre su masa y su volumen, siendo cuantificada en unidades como ton/m^3 o g/cm^3 . Por otro lado, la densidad de partículas hace referencia a la densidad combinada de las partículas sólidas en su conjunto, la densidad de grano se relaciona con granos específicos. En casos como suelos a granel con partículas individuales de distintas densidades, la densidad colectiva de partículas se calcula ponderando las densidades individuales. Además, la densidad aparente abarca no solo el espacio ocupado por partículas, sino también los espacios porosos entre ellas y dentro de las partículas individuales (Deng et al., 2019, p. 1).

La subrasante es un componente fundamental en la ingeniería de autopistas, ya que soporta tanto el peso del propio terreno como el del pavimento y las cargas del tráfico. Una subrasante bien construida es crucial para mejorar la calidad de manejo y alargar la vida útil de la carretera. Sin embargo, debido a que la subrasante es una parte oculta y no visible, a menudo se ha descuidado su calidad, lo que ha dado lugar a diversas fallas en la base de la carretera, causando graves problemas en el funcionamiento de la autopista (Zeng, Li, Li y Li, 2013, p. 1137). La variabilidad de la resistencia del suelo subyacente debido a la variación de la resistencia del suelo con el estado de compactación y las condiciones ambientales, como el contenido de agua y la temperatura, plantea desafíos para el ingeniero geotécnico. La variación de la humedad se debe principalmente a los factores locales que incluyen el nivel freático, la precipitación, la acción capilar, la permeabilidad del suelo y las

condiciones de drenaje. La variación en el contenido de humedad puede tener un efecto tanto a corto como a largo plazo en resistencia del suelo subyacente frente a cargas externas (Patel y Singh, 2017, p. 2)



Figura 2. Diferencias entre un pavimento flexible y rígido

Fuente: Amakye, Abbey y Booth (2022, p. 401)

El índice de plasticidad es una medida que señala la habilidad de un suelo para modificar su volumen ante cambios en su contenido de agua. Los suelos que poseen valores de IP superiores a 35 exhiben una marcada tendencia a la expansión, mientras que aquellos con un índice inferior a 18 se consideran menos propensos a cambios considerables en su volumen (Pandey y Rabbani, 2017, p. 5734). En suelos de grano fino, la plasticidad se relaciona con dos parámetros clave: el límite líquido (LL) y el límite plástico (PL). Los indicadores mencionados revisten gran importancia en disciplinas como la ingeniería civil, geotécnica, agronómica, además de ser fundamentales en la fabricación de objetos de cerámica y la fabricación de ladrillos. Los primeros test para determinar estos límites de consistencia se fundamentan en las investigaciones pioneras de Atterberg, siendo luego estandarizadas para aplicaciones de ingeniería civil por Terzaghi y Casagrande. Estos límites posibilitan la comprensión y caracterización del comportamiento y la plasticidad de los suelos, elementos esenciales para diversos sectores industriales y disciplinas de ingeniería (O'Kelly, 2021, p. 59).

La compactación en el terreno constituye un proceso esencial, donde las partículas del suelo son comprimidas, lo que las aproxima y da lugar a un incremento en la resistencia al corte. De manera paralela, se reduce su compresibilidad y permeabilidad. En la ingeniería vial como la conformación de terraplenes viales, presas de tierra y diques fluviales, es fundamental que los materiales usados se compacten para conformar estructuras sólidas y prevenir posibles fallos. En consecuencia, se efectúa un control de la compactación de los materiales en el terreno una vez que son depositados. Dos parámetros de gran relevancia, que son determinados en laboratorio mediante pruebas de compactación Proctor estándar o modificadas, son el peso unitario seco máximo (γ_{dmax}) y el contenido óptimo de humedad (CHO). Estos parámetros resultan cruciales en la garantía de resistencia y durabilidad de las construcciones realizadas con materiales terrosos (Farooq, Khalid y Mujtaba, 2016, p. 1). La compactación o densificación de suelos tiene como objetivo reducir la cantidad de espacios vacíos aplicando una carga mecánica, lo que aumenta la rigidez y el valor de soporte del suelo, al tiempo que disminuye su expansión y permeabilidad. Este proceso se logra mediante la aplicación de energía mecánica durante la compactación, lo que lleva a una reducción de los espacios vacíos en el suelo y mejora sus cualidades físico-mecánicas (Kodikara, Islam y Sountharajah, 2018, p. 25).

El valor de soporte California, también conocido como CBR, es un test desarrollado con el fin de medir la resistencia al punzonamiento de los suelos de fundación que se utilizará para soportar una vía o capas de suelos con características granulares de una vía. Durante el ensayo, se aplica una carga sobre una porción de suelo a través de un émbolo de 49.6 mm de diámetro a una velocidad de 1.27 mm/min. Este ensayo es aplicable a todo tipo de suelos, ya sean cohesivos o no, pero antes de realizarlo, se debe calcular el contenido óptimo de humedad del suelo mediante el ensayo de compactación de Proctor. Este procedimiento asegura que el suelo esté en su máxima densidad antes de someterlo al ensayo CBR, proporcionando una medida confiable de su capacidad de soporte (Katte, Mfoyet, Manefouet, Wouatong y Bezeng, 2019, p. 2). Es una prueba relativamente fácil y económica de realizar con una larga historia en el diseño de pavimentos. En consecuencia, sigue utilizándose en la práctica, la cual está estipulada en el manual de pavimentos empírico-mecanicista (MEPDG). Por lo tanto, es de suma importancia desarrollar

modelos confiables que puedan correlacionar este parámetro con el módulo elástico/resistente (Mukabi, 2016, p. 1).

La guía de diseño de pavimentos empírico-mecanicista (MEPDG) es un método avanzado y más sofisticado de análisis y diseño de pavimentos que calcula las respuestas de la estructura del pavimento y predice diferentes comportamientos del pavimento bajo la combinación de cargas de tráfico y condiciones ambientales teniendo en cuenta varias propiedades de los materiales. El MEPDG consta de dos modelos: Modelo Mecanicista que calcula las respuestas del pavimento (esfuerzos y deformaciones) basado en la ley mecánica de ingeniería. El modelo empírico predice las fallas del pavimento (ahuellamiento, de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba y agrietamiento térmico, así como el Índice de rugosidad internacional (IRI)) utilizando ecuaciones de regresión de transferencia (Shakhan, Topal y Şengöz, 2021, p. 11362). Para el diseño del pavimento y el análisis del rendimiento, se utilizan distribuciones discretas de la carga por eje del vehículo, que representan el porcentaje de ejes que caen en un conjunto de intervalos de carga por eje. Estas distribuciones se conocen como espectros de carga por eje (Rys y Burnos, 2021, p. 2).

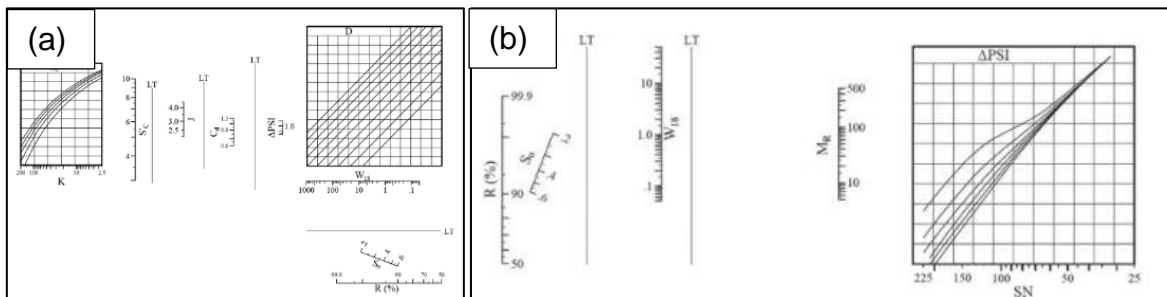


Figura 3. Cartas de diseño para pavimentos rígidos (a) y flexibles (b)

Fuente: Baque (2020, p. 208) y Rincón & Higuera (2017, p. 193)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El principal objetivo de las investigaciones aplicadas se fundamenta en la solución de problemáticas, con un ámbito de aplicación generalmente limitado, de esta manera se consigue generar aportaciones al saber científico, desde una perspectiva teórica (Lozada, 2016, p. 35). Este estudio es de tipo aplicada, pues se empleó conocimientos suministrados por la literatura científica con el fin de solucionar la problemática existente con respecto al diseño de pavimentos rígidos.

Enfoque de investigación

En el campo metodológico, el enfoque cuantitativo destaca al poner énfasis en la lógica empírico-deductiva, que se fundamenta en la aplicación de procesos rigurosos, metodologías experimentales y la utilización de técnicas estadísticas para obtener valores concretos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4). La orientación de esta investigación se sitúa en el enfoque cuantitativo debido a que las variables y dimensiones analizadas pueden ser medidas de manera numérica, lo que permitió la aplicación de pruebas estadísticas en su estudio.

3.1.2. Diseño de investigación

De acuerdo Sánchez, Reyes y Mejía (2018, p. 55) explican que las investigaciones que siguen un diseño experimental puro involucran la modificación de una variable con el propósito de examinar su impacto en otra variable dentro de un entorno controlado. Estos estudios deben satisfacer tres condiciones fundamentales: la alteración intencional de variables, la evaluación de cómo una variable afecta a otra y el establecimiento de control sobre el escenario experimental. Esta investigación es de diseño experimental puro, ya que se realizó la manipulación de la variable adición de lodos de concreto y se vio su incidencia sobre la subrasante y el diseño de pavimento rígido.

Nivel de investigación

Los estudios con nivel de investigación explicativo tienen como fin proporcionar una comprensión profunda y esclarecedora sobre las razones que subyacen a la ocurrencia de hechos o fenómenos. Este enfoque implica analizar minuciosamente las relaciones causales de 2 a más variables para desentrañar el "porqué" de los eventos observados. Al emplear técnicas rigurosas de análisis y experimentación controlada (Ñaupas, Palacios, Valdivia y Romero, 2018, p. 147). Esta investigación es de nivel explicativo, pues se pretendió explicar la relación de causa efecto entre la adición de lodos de concreto y la subrasante, además del diseño de pavimento rígido.

3.2. Variables y operacionalización

Una variable es una característica que es posible medir o evaluar en un estudio y que puede cambiar en valor o magnitud. En la investigación, las variables pueden ser independientes (manipuladas), dependientes (medidas como respuesta) u otros tipos, y son fundamentales para comprender fenómenos en diferentes áreas (Oyola, 2021, p. 90).

Variable independiente: Lodos de concreto.

Variable dependiente 1: Subrasante

Variable dependiente 2: Diseño de pavimento rígido.

La definición operacional de una variable implica el proceso de seleccionar los indicadores que representan dicha variable, de acuerdo con su significado y dimensiones establecidas en la investigación. Durante esta etapa de operacionalización, se determina con precisión qué aspectos serán medidos, cuándo se llevarán a cabo las mediciones y cómo se realizará el proceso. Es decir, se establece de antemano la metodología para medir la variable y las dimensiones que la componen, asegurando así una adecuada recolección de datos y facilitando su análisis posterior. La definición operacional desempeña un papel fundamental en garantizar la confiabilidad y validez del estudio, permitiendo que otros investigadores puedan replicar el trabajo y obtener resultados comparables (Bauce,

Córdova y Avila, 2018, p. 45). En el anexo 1 se presenta en detalle la matriz que describe la operacionalización de las variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Se conceptualiza como una cantidad ya sea limitada o ilimitada que participan en los procedimientos de análisis o cálculos, basándose en los métodos planteados, pudiendo ser estos seres, objetos, individuos, elementos que comparten ciertas características, los cuales pueden ser observados (Mousalli, 2015, p. 32). La población de este estudio estará constituida por todo el pasaje Pedregal que cuenta con una longitud de 1.20 km en la ciudad de Moquegua.

3.3.2. Muestra

La muestra se conceptualiza a la proporción o porción diminuta de una cosa, pero que representa considerablemente a la población total, la cual se extrae o toma de esta, con el uso de diversas metodologías, con la finalidad de someterla a investigación, estudios o análisis (Arias, Villasís y Miranda, 2016, p. 206). La muestra de esta investigación fue el suelo extraído de 3 calicatas del pasaje Pedregal.

3.3.3. Muestreo

Se denomina muestreo, al procedimiento con el cual se escogen a ciertos individuos u objetos, que son pertenecientes a una población, que se encuentra siendo sometida a una evaluación (Otzen y Manterola, 2017, p. 227). En este estudio el muestreo fue no probabilístico y por juicio, pues la selección de la muestra se dio de acuerdo de la accesibilidad a la zona y la disponibilidad para la realización del estudio.

3.3.4. Unidad de análisis

Son entidades individuales o discretas sobre las cuales se recolectan datos y se realizan mediciones (Azcona, Manzini y Dorati, 2013, p. 69). El foco de análisis en esta investigación se centra en el suelo que conforma el suelo subyacente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La observación directa es una técnica basada en la observación directa de algún caso, hecho o fenómeno, obtener información y almacenarla para luego evaluarlas, esta técnica viene a ser un elemento importante de todo estudio, en la cual se sujeta el investigador para conseguir la mayor de cantidad de datos (Luz, y Avila, 2020). La técnica aplicada en este estudio consistió en la observación directa de los fenómenos investigados.

Instrumentos

Son aquellos materiales o recursos que emplea el investigador para el estudio de una problemática o fenómeno y conseguir información de estos, lo cuales puedes ser físicos o desarrollados virtualmente (Hernández y Danae, 2020, p. 51). En este estudio se hizo uso de guías de observación de campo con el fin de recolectar los datos que se necesitarán para la investigación.

Validez

La validez se refiere al proceso mediante el cual el investigador verifica y asegura la calidad y pertinencia del contenido de los instrumentos utilizados para recopilar datos. Esta validación puede llevarse a cabo a través de lo que se conoce como "juicio de expertos", en el cual se involucran personas que poseen conocimientos y experiencia especializados en el área temática, sistema o campo específico relacionado con la investigación (Skjong y Wentworth, 2014, p. 537). En este estudio, la confirmación de la efectividad de las herramientas utilizadas se llevó a cabo a través de la evaluación realizada por expertos, cuyo análisis se adjunta como parte integral de este trabajo.

Confiabilidad de los instrumentos

Se refiere a la consistencia de una medida, donde se espera que un sujeto que responda a un instrumento destinado a evaluar un aspecto, como la motivación, proporcione respuestas consistentes cada vez que se administre la prueba. Aunque no sea factible ofrecer un cálculo exacto de la confiabilidad, su esencia radica en la uniformidad y fiabilidad de las respuestas a lo largo de múltiples aplicaciones del

instrumento. (Heale y Twycross, 2015, p. 66). La confiabilidad de los datos en este estudio se respalda por la realización de los ensayos en un laboratorio reconocido, respaldado por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio empleados, los cuales han sido adjuntados como parte integral de la investigación.

3.5. Procedimientos

En la primera etapa del proceso, se llevó a cabo el reconocimiento de la vía de estudio (Pasaje Pedregal), y se realizó un sondeo de 3 calicatas. De donde se extrajo la cantidad necesaria de suelo para realizar el debido a análisis en laboratorio.

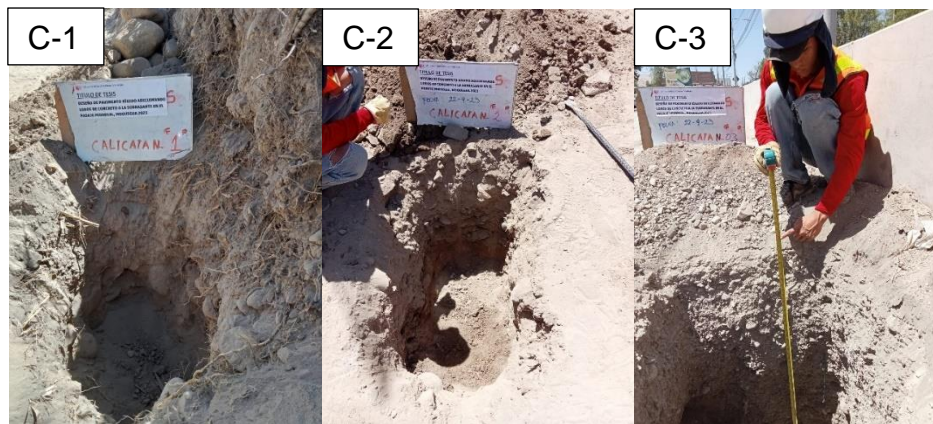


Figura 4. Sondeo de las calicatas C-1, C-2 y C-3

A continuación, se procedió a realizar una visita cono sur de la ciudad de Moquegua para obtener los residuos de concreto premezclado presentes en los vertederos situados en las periferias de la urbe. Se seleccionaron cuidadosamente los lodos de concreto para evitar cualquier material que pudiera ser tóxico o que pueda contaminarlos, y se almacenaron de manera hermética para su posterior análisis.



Figura 5. Vertedero donde se observa los lodos de concreto

En la siguiente etapa, se realizó la descripción de ambos materiales, el suelo de estudio y los lodos de concreto, mediante ensayos que incluyen el test granulométrico, el límite líquido y el límite plástico; además del peso específico del lodo de concreto. Estos procedimientos permitieron obtener información valiosa para la investigación y comprender la caracterización de los elementos involucrados en el estudio.

Tabla 1. *Caracterización de los lodos de concreto*

Características de los lodos de concreto	
Parámetro	Valor
Coeficiente curvatura	3.84
Coeficiente de uniformidad	49.51
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP
Clasificación AASHTO	A-1-a
Clasificación SUCS	GP - GM
Peso específico fracción fina	2.65 g/cm ³
Peso específico fracción gruesa	2.71 g/cm ³

Tabla 2. *Características de las calicatas sondeadas*

Parámetro	Calicata		
	C-1	C-2	C-3
Límite líquido (%)	38.00	38.00	NP
Límite plástico (%)	30.11	27.08	NP
Índice de plasticidad (%)	7.89	10.92	NP
Clasificación AASHTO	A-2-4	A-2-6	A-1-b
Clasificación SUCS	SM	SM	SP-SM
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.78	1.77	1.98
Contenido de humedad óptimo (%)	15	16	4.50
CBR al 95% de la MDS (%)	5.8	9.0	21.0

Posteriormente se realizaron las mezclas adicionando 10%, 20% y 30% de lodos de concreto al suelo de la calicata C-1 para analizar las cualidades mecánicas y físicas, tales como el índice de plasticidad, Proctor modificado y el valor de soporte

California. Finalmente se hizo el aforo vehicular y el análisis de los datos con el fin de diseñar el pavimento rígido.

3.6. Método de análisis de datos

Se empleó el software SPSS v26 para llevar a cabo el análisis de los datos, con el propósito de examinar y contrastar las hipótesis planteadas en la investigación, mientras que para el análisis de resultados y el diseño del pavimento rígido se empleará el software Microsoft Excel, el mismo que también será usado para la generación de tablas y gráficos.

3.7. Aspectos éticos

El estudio fue realizado tomando en cuenta lo establecido en el documento: CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO que proporciona un marco ético y normativo para garantizar los estudios elaborados por investigadores de la Universidad César Vallejo se realice de manera ética, con respeto a los derechos de los participantes y promoviendo la integridad científica. De la misma forma tomando en cuenta lo establecido por el Código Internacional de Conducta para la Investigación Científica responsable, desarrollado por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), establece los principios éticos y las responsabilidades de los científicos en la investigación. Cubre temas como la integridad científica, la divulgación responsable, la colaboración y el respeto por los derechos de los participantes. El trabajo fue sometido al software antiplagio Turnitin y el índice de similitud se encontró dentro del rango establecido por la Universidad César Vallejo, además los autores citados fueron referenciados según lo estipulado por la norma ISO-690.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

Esta investigación fue desarrollada en el pasaje Pedregal ubicado en la provincia y región de Moquegua



Figura 6. Mapa del Perú
Ubicación del proyecto



Figura 7. Mapa de la región de Moquegua



Figura 8. Provincia de Mariscal Nieto



Figura 9. Distrito de Moquegua

Límites

Norte : Distrito de Torata

Sur : Provincia de Ilo

Este : Departamento de Tacna
Oeste : Departamento de Arequipa

Ubicación

El distrito de Moquegua se ubica en la provincia y región de Moquegua, en el sur de Perú, con coordenadas aproximadas de latitud -17.1875 y longitud -70.9356. La altitud media de la ciudad de Moquegua, la capital del distrito, ronda los 1410 msnm, con un área aproximada de 8672 km².

Clima

En Moquegua, se experimentan veranos extensos, confortables, con sequedad y presencia de nubes, mientras que los inviernos son breves, frescos, con escasez de lluvias y mayormente despejados. A lo largo del año, las temperaturas tienden a oscilar entre los 10 °C y 24 °C, siendo poco frecuente que desciendan por debajo de los 9 °C o superen los 25 °C.

Características de los lodos de concreto

Para la caracterización de los lodos de concreto se realizó ensayos como análisis granulométrico, límites de consistencia y determinación del peso específico de la fracción gruesa y fina, los certificados de la caracterización de los lodos de concreto se encuentran en el anexo 8.

Tabla 3. *Caracterización de los lodos de concreto*

Parámetro	Valor
Coeficiente curvatura	3.84
Coeficiente de uniformidad	49.51
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP
Clasificación AASHTO	A-1-a
Clasificación SUCS	GP - GM
Peso específico fracción fina	2.65 g/cm ³
Peso específico fracción gruesa	2.71 g/cm ³

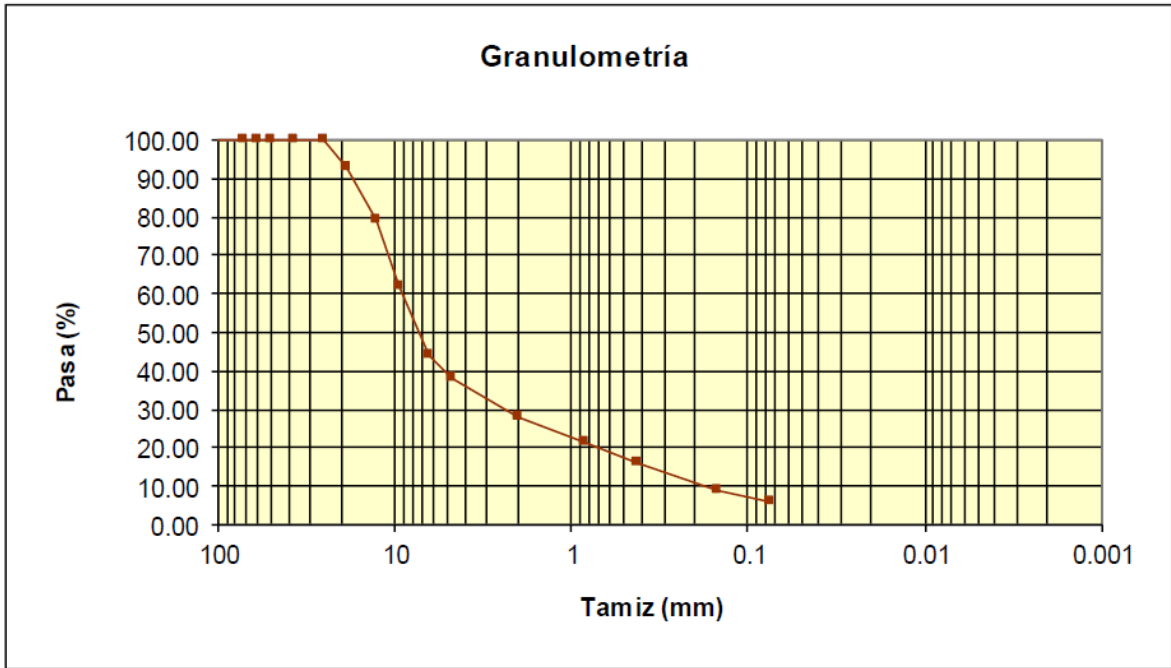


Figura 10. Distribución granulométrica de los lodos de concreto

Según lo detallado en la tabla 3 y figura 10 los lodos de concreto no presentan plasticidad; además que de acuerdo a la clasificación SUCS son clasificadas como GP – GM y a la clasificación AASHTO como A-1-a, el tamaño máximo de partículas fue de 1". En relación al peso específico de la fracción fina fue de 2.65 g/cm³ y la fracción gruesa de 2.71 g/cm³ respectivamente.

Objetivo específico N°01: Determinación del efecto de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal.



Figura 11. Ensayo de límite plástico



Figura 12. Ensayo de límite líquido

Tabla 4. Datos conseguidos de índice de plasticidad

Resultados de índice de plasticidad C-1			
	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	38.00%	30.11%	7.89%
SP+10%LC	32.00%	25.72%	6.28%
SP+20%LC	31.00%	25.96%	5.04%
SP+30%LC	29.00%	24.71%	4.29%

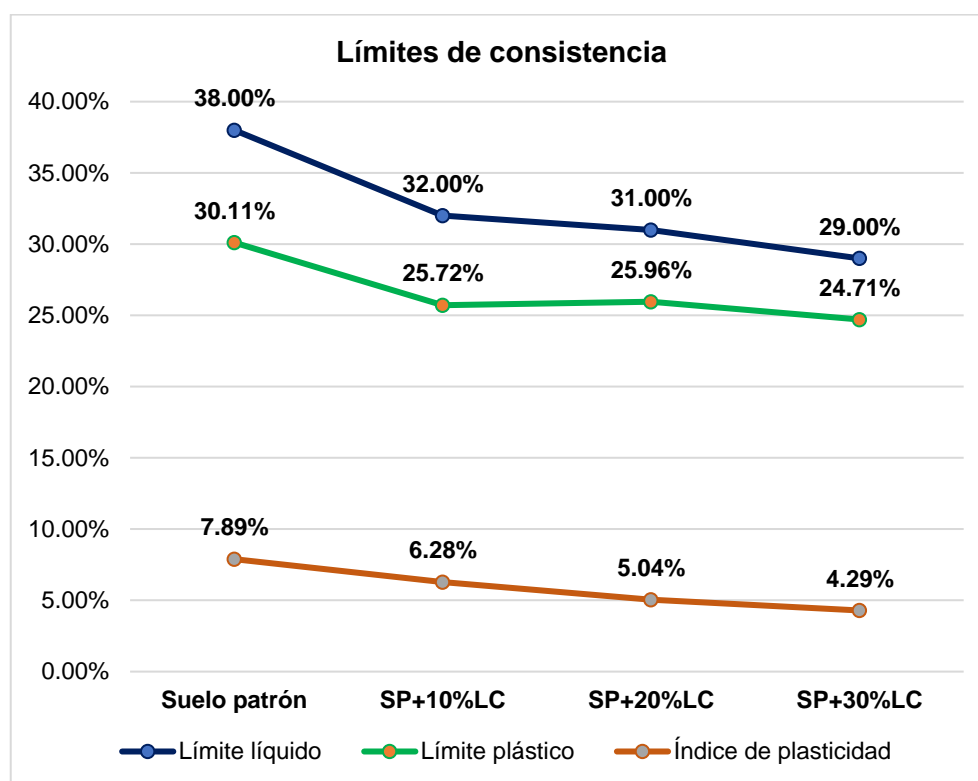


Figura 13. Valores de índice de plasticidad con y sin lodos de concreto

Según los valores señalados en la figura 13 y la tabla 4, el suelo original reveló un índice de plasticidad de 7.89%. Sin embargo, al introducir porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), este índice experimentó una tendencia a la baja, alcanzando valores de 6.28%, 5.04% y 4.29% respectivamente. De estos resultados, se destaca que la inclusión del 30% de lodos de concreto evidenció el mejor rendimiento, con una reducción del índice de plasticidad del 45.63%.

Análisis estadístico del objetivo específico 1

Tabla 5. Test de normalidad de los valores de índice de plasticidad

	Análisis de normalidad de los datos					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estad.	g-l	p-valor.	Estad.	g-l	p-valor.
Adición lodos de concreto	0.151	4	.	0.993	4	0.972
IP	0.202	4	.	0.966	4	0.820

Tras examinar detenidamente los datos descritos en la tabla 5, se deduce que los valores del índice de plasticidad siguen una distribución gaussiana o normal. Esto se deriva del hecho de que el valor de significancia supera el umbral establecido de 0.05, que representa el nivel de significancia crítico. Por lo tanto, se optó por aplicar la prueba paramétrica de Pearson para este análisis.

Tabla 6. Análisis estadístico del índice de plasticidad (Pearson)

Correlaciones			
		Adición de lodos de concreto	IP
Adición de lodos de concreto	Coefficiente de Pearson	1	-0.987
	p-valor bilateral		0.013
	N	4	4
IP	Coefficiente de Pearson	-0.987	1
	p-valor bilateral	0.013	
	N	4	4

Tomando en consideración los datos mostrados en la tabla 6, se concluye que los lodos de concreto tienen efecto sobre el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 (correlación negativa muy alta), debido a que el valor de significancia no supera 0.05, que viene a ser el nivel de significancia, por lo que se valida la hipótesis planteada.

Objetivo específico N°02: Determinación del efecto de los lodos de concreto en la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal.



Figura 14. Compactación de las muestras



Figura 15. Preparación de la muestra

Tabla 7. Datos conseguidos de máxima densidad seca

Valores de Proctor modificado del sondeo C-1		
	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Contenido de humedad óptimo (%)
Suelo patrón	1.78	15
SP+10%LC	1.81	13
SP+20%LC	1.83	12
SP+30%LC	1.89	10.3

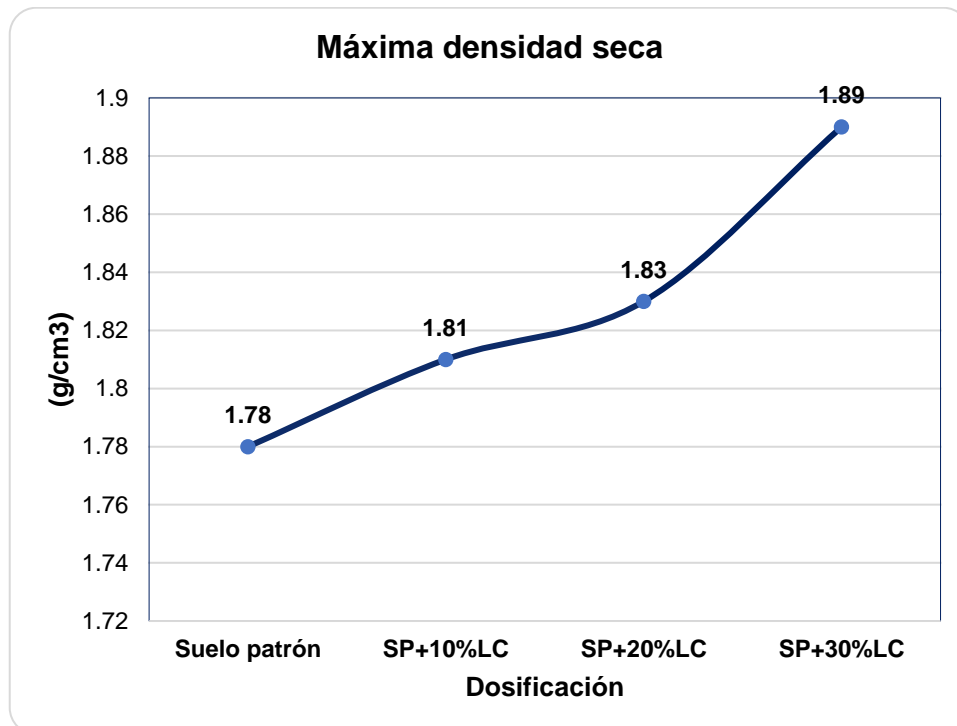


Figura 16. Valores de máxima densidad seca con y sin lodos de concreto

Según lo descrito en la figura 16 y tabla 7, el suelo no alterado cuantificaba un valor de densidad seca de 1.78 g/cm³, mientras que al incorporar porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), el valor de densidad seca tendió a subir a 1.81 g/cm³, 1.83 g/cm³ y 1.89 g/cm³ respectivamente; de acuerdo a estos valores la incorporación de lodos de concreto en 30% fue el que mejor comportamiento mostró, pues incrementó la densidad seca en 6.18%.

Análisis estadístico del objetivo específico 2

Tabla 8. *Test de normalidad de los valores de máxima densidad seca*

	Análisis de normalidad de datos					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estad.	g-l	p-valor	Estad.	g-l	p-valor
Adición de lodos de concreto	0.151	4	-	0.993	4	0.972
Máxima densidad seca	0.229	4	-	0.962	4	0.792

Tomando en consideración los datos mostrados en la tabla 8, se concluye que los valores de densidad seca cuentan con una distribución gaussiana (normal), debido a que el valor de significancia supera 0.05 que viene a ser el nivel de significancia, por lo que se empleó la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 9. *Contrastación estadística de la densidad seca (Pearson)*

Correlaciones		Adición de lodos de concreto	Máxima densidad seca
Adición de lodos de concreto	Coefficiente de Pearson	1	0.973
	p-valor bilateral		0.027
	N	4	4
Máxima densidad seca	Coefficiente de Pearson	0.973*	1
	p-valor bilateral	0.027	
	N	4	4

Tomando en consideración los datos descritos en la tabla 9, se concluye que los lodos de concreto tienen efecto sobre la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 (correlación positiva muy alta), debido a que el valor de significancia no supera 0.05, que viene a ser el nivel de significancia, por lo que se valida la hipótesis planteada.

Objetivo específico N°03: Determinar el efecto de los lodos de concreto en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal.



Figura 17. Saturado de las muestras



Figura 18. Ensayo de CBR

Tabla 10. Datos conseguidos del ensayo de valor de soporte California

Resultados de valor de soporte California C-1	
	CBR al 95% de la MDS (%)
Suelo patrón	5.8
SP+10% de lodos de concreto	9.0
SP+20% de lodos de concreto	13.0
SP+30% de lodos de concreto	23.0

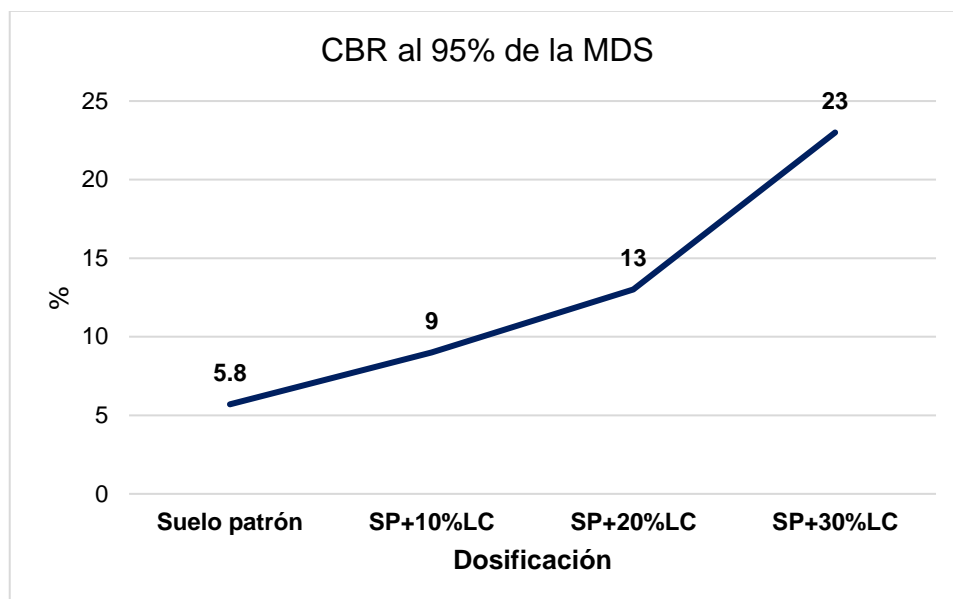


Figura 19. Valores de capacidad de soporte con y sin lodos de concreto

Según lo descrito en la figura 19 y tabla 10, el suelo no alterado cuantificaba un valor de capacidad de soporte de 5.8%, no obstante al incorporar porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), el valor de capacidad de soporte tendió a subir a 9%, 13% y 23% respectivamente; de acuerdo a estos valores la incorporación de lodos de concreto en 30% fue el que mejor comportamiento mostró, pues incrementó la capacidad de soporte en 296.55%.

Análisis estadístico del objetivo específico 3

Tabla 11. *Test de normalidad de los valores de capacidad de soporte*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Adición de lodos de concreto	0.151	4	.	0.993	4	0.972
CBR	0.234	4	.	0.931	4	0.600

Tras considerar minuciosamente los datos descritos en la tabla 11, se infiere que los valores de capacidad de soporte exhiben una distribución gaussiana o normal. Este razonamiento se sustenta en el hecho de que el nivel de significancia supera el umbral de 0.05, que representa el nivel crítico de significancia estadística. Por consiguiente, se procedió a utilizar la prueba paramétrica de Pearson para el análisis correspondiente.

Tabla 12. *Análisis estadístico de la capacidad de soporte (Pearson)*

Correlaciones		Adición de lodos de concreto	CBR
Adición de lodos de concreto	Coeficiente de Pearson	1	0.961
	p-valor bilateral		0.039
	N	4	4
CBR	Coeficiente de Pearson	0.961	1
	p-valor bilateral	0.039	
	N	4	4

Tomando en consideración los datos mostrados en la tabla 12, se concluye que los lodos de concreto tienen efecto sobre la resistencia del suelo subyacente para el cálculo de los espesores del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023

(correlación positiva muy alta), debido a que el valor de significancia no supera 0.05, que viene a ser el nivel de significancia, por lo que se valida la hipótesis prevista.

Objetivo específico N°04: Determinación del efecto de la subrasante con la adición de lodos de concreto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.

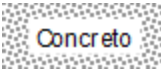
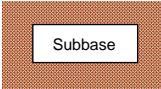


Figura 20. Aforo vehicular durante el día



Figura 21. Aforo vehicular durante la noche

Tabla 13. *Espesores del pavimento rígido*

Capa del pavimento	Imagen	% de adición de lodos de concreto			
		0% LC	10% LC	20% LC	30% LC
Losa de concreto (cm)		20	18.5	18	18
Sub-base (cm)		15	15	15	15

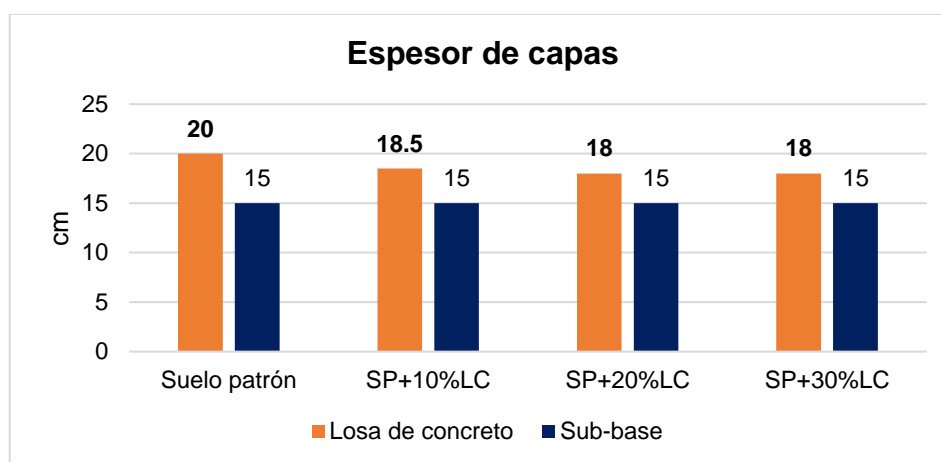


Figura 22. Espesores del pavimento rígido con y sin lodos de concreto

Según lo descrito en la figura 22 y tabla 13, el diseño del pavimento de suelo patrón cuantificó espesores de 20 cm y 15 cm para sub-base y losa de concreto no obstante al realizar el diseño con los valores del suelo estabilizado con 20% de lodos de concreto los espesores de la sub-base y losa de concreto son 18 cm y 15 cm respectivamente.

Análisis estadístico del objetivo específico 4

Tabla 14. *Test de normalidad del diseño de pavimento*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Adición de lodos de concreto	0.151	4	.	0.791	4	0.086
Espesor de la subbase	0.303	4	.	0.993	4	0.972

Tomando en consideración los datos mostrados en la tabla 14, se concluye que los valores de espesor de subbase cuentan con una distribución gaussiana (normal), debido a que el valor de significancia supera 0.05 que viene a ser el nivel de significancia, por lo que se empleó la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 15. *Análisis estadístico del diseño del pavimento*

Correlaciones			
		Espesor de la subbase	Adición de lodos de concreto
Espesor de la subbase	Coeficiente de Pearson	1	-0.887
	p-valor bilateral		0.113
	N	4	4
Adición de lodos de concreto	Coeficiente de Pearson	-0.887	1
	p-valor bilateral	0.113	
	N	4	4

Tomando en consideración los datos mostrados en la tabla 15, se concluye que la subrasante con la adición de lodos de concreto tiene efecto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023 (correlación negativa muy alta), no obstante el valor de significancia es mayor a 0.05, por lo que se infiere que la variación de espesores no es significativa al adicionar los lodos de concreto.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. De acuerdo a los resultados del objetivo específico 1 detallados en la tabla 4, el suelo no alterado contaba con un valor de índice de plasticidad de 7.89%, no obstante al incorporar porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), el valor de índice de plasticidad tendió a disminuir a 6.28%, 5.04% y 4.29% respectivamente, de acuerdo a estos valores la inclusión de lodos de concreto en 30% fue el que mejor comportamiento mostró, pues disminuyó el índice de plasticidad en un 45.63%. Estos resultados presentan la misma tendencia que la investigación de Mamani (2022) quien al añadir desechos provenientes de actividades de colocado de concreto premezclado en proporciones de 8%, 15% y 30%, verificó una disminución en el índice de plasticidad, alcanzando valores de 22.27%, 20.0% y 18.03% respectivamente. De la misma forma coinciden con la investigación de Yang et al. (2019) quienes mencionan que el terreno natural tuvo un IP de 16.0%, contrariamente el suelo mejorado con 10%, 20%, 30% y 40% de residuos de molienda de concreto fue de 16%, 12%, 10% y 9%, respectivamente. La similitud de resultados se debería a que la composición de los tres materiales usados son similares, la presencia de restos de cemento y arena habría ayudado en la disminución del índice de plasticidad. Además los lodos de concreto, al integrarse al suelo, introducen partículas no finas que diluyen la proporción de partículas finas, lo que provoca un decrecimiento en la cantidad relativa de materiales de menor tamaño, como arcillas y limos. Esta incorporación de restos de concreto, compuestos principalmente por cemento, arena y grava, reduce la plasticidad al limitar la movilidad de las partículas finas del suelo y al modificar su composición, lo que disminuye su capacidad para deformarse y, por ende, su plasticidad general.

Discusión 2. De acuerdo a los resultados del objetivo específico 2 detallados en la tabla 7, el suelo no alterado cuantificaba un valor de densidad seca de 1.78 g/cm³, no obstante al incorporar porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), el valor de densidad seca tendió a subir a 1.81 g/cm³, 1.83 g/cm³ y 1.89 g/cm³ consecutivamente; de acuerdo a estos valores la incorporación de lodos de concreto en 30% fue el que mejor comportamiento mostró, pues incrementó la densidad seca en 6.18%. Estos resultados presentan la misma tendencia que la

investigación de Nawi et al. (2022) quienes indicaron que el suelo subyacente no alterado tuvo una densidad seca de 1.73 g/cm^3 ; sin embargo, con al añadir porcentajes de 10.0% y 20.0% de lechada de concreto, el valor de la densidad sufrió un incremento a 1.780 g/cm^3 y 1.810 g/cm^3 respectivamente. Sin embargo se discrepa con la investigación de Noor et al. (2020) donde el valor de densidad seca máxima de la muestra de suelo estándar fue de 1.82 g/cm^3 mientras que al añadir 3%, 6%, 9% y 12% desechos de concreto premezclado fino los valores se redujeron a 1.76 g/cm^3 , 1.78 g/cm^3 , 1.76 g/cm^3 y 1.77 g/cm^3 consecutivamente. Se discrepa con la segunda investigación debido a que en dicha investigación se trabajó solamente con la parte fina de los lodos de concreto. El incremento de la máxima densidad seca se debería a la presencia de materiales adicionales como restos de concreto (cemento, arena y gravillas) los cuales ayudarían a reducir los espacios entre partículas y mejorarían la compactación durante el proceso de construcción. Esta adición no solo favorece una mejor disposición de las partículas del suelo, sino que también fortalece su estructura al proporcionar refuerzo dentro de la matriz del suelo, lo que facilita una mayor resistencia a deformaciones bajo cargas.

Discusión 3. De acuerdo a los resultados del objetivo específico 3 detallados en la tabla 10, el suelo no alterado cuantificaba un valor de capacidad de soporte de 5.8%, no obstante al incorporar porcentajes de lodos de concreto (10%, 20% y 30%), el valor de capacidad de soporte tendió a subir a 9%, 13% y 23% respectivamente; de acuerdo a estos valores la incorporación de lodos de concreto en 30% fue el que mejor comportamiento mostró, pues incrementó la capacidad de soporte en 296.55%. Estos resultados presentan la misma tendencia que la investigación de Mamani (2022) donde el valor de valor de soporte California del suelo era de 5.63%, sin embargo al realizar la incorporación de lodos de concreto en porcentajes de 8.0%, 15.0% y 30.0% este valor se incrementó a 7.17%, 10.80% y 11.93% respectivamente. De la misma manera coincide con el estudio de Reiterman et al. (2022) quien poseía un valor de soporte California del suelo de 3%, mientras que al realizar la incorporación de 3%, 4% y 8% de residuos de concreto premezclado este valor aumenta a 55.0%, 34.0% y 36.0% consecutivamente, de la misma forma la investigación de Noor et al. (2020) el valor CBR aumentó de 9.70% a 22.98%, 32.34%, 40.44% y 45.44% con el aumento en los porcentajes de lodos de concreto de 3%, 6%, 9% y 12% respectivamente. Como se detalla todas las

investigaciones presentan incrementos en la capacidad de soporte esto se debería a que los componentes del lodo de concreto como los restos de cemento juntos a la gravilla mejorarían la resistencia del suelo. La presencia de estos residuos alteraría la composición del suelo, introduciendo partículas granulares que mejoran la distribución de cargas y reducen los vacíos inter-particulares. Esto promovería una mayor densificación del suelo, aumentando su capacidad de soporte. Además, la incorporación de estos residuos modifica la estructura del suelo, fortaleciendo sus propiedades mecánicas al proporcionar una mejor interacción entre las partículas y mejorar la cohesión interna del material, lo que se traduce en un aumento del CBR debido a una mayor capacidad portante y estabilidad del suelo de subrasante.

Discusión 4. De acuerdo a los resultados del objetivo específico 4 detallados en la tabla 13, cuando se realizó el diseño de pavimento rígido sin la adición de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase de 15 cm y 20 cm de losa de concreto, mientras que al realizar el diseño de pavimento rígido con la adición de 10% de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase de 15 cm y 18.5 cm de losa de concreto, de la misma forma al realizar el diseño de pavimento rígido con la adición de 20% de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase de 15 cm y 18 cm de losa de concreto y al realizar el diseño de pavimento rígido con la adición de 30% de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase de 15 cm y 18 cm de losa de concreto respectivamente. Estos resultados son similares a los presentados por Elkafoury y Azzam (2021) quienes al realizar el diseño de un pavimento flexible empleando 0% de goma de xantana obtuvo un espesor total del pavimento de 360 mm, mientras que al realizar el diseño del pavimento con un 0.4% de goma de xantana este valor se redujo a 23cm. De la misma forma en el estudio de Ponnada et al. (2021) quienes indicaron que el espesor total del pavimento requerido para la mezcla de suelo natural es de 970 mm y el mismo se redujo a 630 mm cuando se usó la mezcla M4 (2% de ceniza volante + 8% de escoria de horno + 5% NaOH). La reducción en el pavimento se debería a un aumento de más del 400% en el CBR del suelo estabilizado (M4) en comparación con el suelo no estabilizado. La reducción en el espesor del pavimento resultó en una disminución en el costo de construcción del proyecto de la carretera. costo en aproximadamente un 23%. El incremento en el CBR de la subrasante

conllevaría una mejora en la resistencia del suelo, permitiendo una redistribución más efectiva de las cargas del tráfico. Esta mayor capacidad portante posibilita reducir los espesores del diseño del pavimento al ofrecer un soporte más sólido y estable, lo que implica una optimización en el uso de materiales y una eficiencia en el diseño, con potenciales reducciones en costos y en la cantidad de capas necesarias para garantizar la resistencia y durabilidad del pavimento. Pese a que en este estudio la disminución de espesores no fue significativa, la aplicación de lodos de concreto en otro tipo de pavimentos (flexibles) podría reducir significativamente los espesores, por lo que su aplicación es factible en la ingeniería vial; además la estabilización de la subrasante tiene impactos diferenciales en pavimentos flexibles y rígidos. En los pavimentos flexibles, al mejorar la capacidad de la subrasante, se reduce la deformación y asentamiento, permitiendo una distribución más amplia de cargas a través de capas más flexibles, lo que conlleva a una reducción más significativa de espesores. Por otro lado, en pavimentos rígidos, donde las cargas se transmiten de manera más concentrada, la mejora en la subrasante no influye tanto en la capacidad de reducir espesores, ya que el hormigón rígido no puede adaptarse a cambios en la subrasante de manera flexible.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se llegó a concluir que la inclusión de distintos porcentajes de lodos de concreto resulta en un marcado decrecimiento del índice de plasticidad en el suelo de subrasante ubicado en el pasaje Pedregal. Esto se evidencia en la reducción del índice de plasticidad desde un valor inicial de 7.88% a 6.28%, 5.04% y 4.29% al incorporar proporciones del 10%, 20% y 30% de lodos de concreto, respectivamente.

Conclusión 2: Se llegó a concluir que la inclusión de distintos porcentajes de lodos de concreto mejora de forma significativa la máxima densidad seca del suelo de subrasante ubicado en el pasaje Pedregal, pues con la incorporación de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto la máxima densidad seca aumentó de 1.78 g/cm³ a 1.81 g/cm³, 1.83 g/cm³ y 1.89 g/cm³ respectivamente.

Conclusión 3: Se llegó a concluir que la incorporación de distintos porcentajes lodos de concreto de lodos de concreto mejora considerablemente la capacidad de soporte del suelo de subrasante del pasaje pedregal, pues con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto la capacidad de soporte se incrementó de 5.8% a 9%, 13% y 23% respectivamente.

Conclusión 4: Se concluye que la subrasante con la adición de lodos de concreto tiene efecto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, pues al diseño de pavimento rígido sin la adición de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase y losa de concreto de 15 cm y 20 cm de losa de concreto, mientras que al realizar el diseño de pavimento rígido con la adición de 20% de lodos de concreto se obtuvieron espesores de subbase y losa de concreto de 15 cm y 18 cm respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Dada la reducción significativa en el índice de plasticidad con la adición de lodos de concreto, se recomienda considerar emplear lodos de concreto, no obstante se sugiere tomar en cuenta las propiedades del suelo y la caracterización de los lodos de concreto usados en este estudio.

La adición de lodos de concreto resultó en un incremento de la máxima densidad seca del suelo de la subrasante. Se recomienda, para futuras investigaciones, un análisis separado de las fracciones finas y gruesas de estos lodos de concreto, con el propósito de evaluar específicamente su influencia en la máxima densidad seca.

Según los resultados de CBR se recomienda que en próximas investigaciones se analicen otras propiedades mecánicas como la resistencia al corte y módulo de resiliencia; además si se considera emplear los lodos de concreto se sugiere tomar en cuenta las propiedades del suelo y la caracterización de los lodos de concreto usados en este estudio.

Para el diseño del pavimento se sugiere tomar en cuenta las consideraciones del tráfico, la calidad de materiales y las características del suelo de fundación, además para futuras investigaciones se podría analizar como incide en los lodos de concreto en el CBR de otras capas del pavimento (bases y subbases).

REFERENCIAS

- AL-OBAYDI, M.A., ABDULNAFAA, M.D., ATASOY, O.A. y CABALAR, A.F., 2022. Improvement in Field CBR Values of Subgrade Soil Using Construction-Demolition Materials. *Transportation Infrastructure Geotechnology* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 185-205. ISSN 2196-7202. DOI 10.1007/s40515-021-00170-x. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s40515-021-00170-x>.
- AMAKYE, S.Y.O., ABBEY, S.J. y BOOTH, C.A., 2022. DMRB Flexible Road Pavement Design Using Re-Engineered Expansive Road Subgrade Materials with Varying Plasticity Index. *Geotechnics* [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 395-411. DOI 10.3390/geotechnics2020018. Disponible en: <https://bit.ly/3N7sa7I>.
- APAZA, W. y NINAJA, W., 2022. *Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92619>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III : la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- AZCONA, M., MANZINI, F. y DORATI, J., 2013. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. *IV Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata* [en línea], pp. 67-76. Disponible en: <https://bit.ly/3iXpQUa>.
- BAQUE, B., 2020. Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí Assessment of the state of flexible pavement using the pci method of the port-airport highway (Section II). *Bl. Dominio de las Ciencias* [en línea], vol. 6, no. Tramo II, pp. 203-228. Disponible en: <https://bit.ly/3yEnK4v>.
- BAUCE, G., CÓRDOVA, M. y AVILA, A., 2018. Operacionalización de variables. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"* [en línea], vol. 49, no. 2, pp. 52-63. Disponible en: http://revista.vzpla.net/wp-content/uploads/2020/12/Revista-cientifica_vol_49_2.pdf?i=1.

- BIASIOLI, F., 1999. Ready Mix Concrete: an Old-New Material for the 21st Century. *Creating with Concrete: Opening and Leader Papers of the Proceedings of the International Congress Held at the University of Dundee, Scotland, UK on 6-10 September 1999*, pp. 169-178. DOI 10.1680/cwc.28333.0011.
- CASTRO, M., NAVARRO, J., AYBAR, G. y DURAN, G., 2020. Analysis of high plasticity clayey soil improvement at subgrade level through Portland cement added to decrease volumetric change. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 758, no. 1, pp. 6-11. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/758/1/012040. Disponible en: <https://bit.ly/3tsD3Kh>.
- DENG, Y., LIU, Q., CUI, Y., WANG, Q. y LIU, S., 2019. Revisiting relationships among specific surface area, soil consistency limits, and group index of clays. *Journal of Testing and Evaluation* [en línea], vol. 47, no. 2, pp. 1392-1404. ISSN 00903973. DOI 10.1520/JTE20170257. Disponible en: <https://bit.ly/3709qaM>.
- ELKAFOURY, A. y AZZAM, W., 2021. Utilize Xanthan gum for enhancing CBR value of used cooking oil-contaminated fine sand subgrade soil for pavement structures. *Innovative Infrastructure Solutions* [en línea], vol. 6, no. 1. ISSN 23644184. DOI 10.1007/s41062-020-00389-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-020-00389-6>.
- FAROOQ, K., KHALID, U. y MUJTABA, H., 2016. Prediction of Compaction Characteristics of Fine-Grained Soils Using Consistency Limits. *Arabian Journal for Science and Engineering* [en línea], vol. 41, no. 4, pp. 1319-1328. ISSN 21914281. DOI 10.1007/s13369-015-1918-0. Disponible en: <https://bit.ly/3aOcjh0>.
- GHORBANI, B., ARULRAJAH, A., NARSILIO, G., HORPIBULSUK, S. y BO, M.W., 2020. Development of genetic-based models for predicting the resilient modulus of cohesive pavement subgrade soils. *Soils and Foundations* [en línea], vol. 60, no. 2, pp. 398-412. ISSN 00380806. DOI 10.1016/j.sandf.2020.02.010. Disponible en: <https://bit.ly/3OFEkX8>.
- HEALE, R. y TWYGCROSS, A., 2015. Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-based nursing* [en línea], vol. 18, no. 3, pp. 66-67. DOI 10.1136/eb-2015-102129. Disponible en: <https://bit.ly/3IVXyUF>.

- HERNÁNDEZ, S. y DANAE, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9684229313.
- IIZUKA, A., SAKAI, Y., YAMASAKI, A., HONMA, M. y HAYAKAWA, Y., 2012. Bench-Scale Operation of a Concrete Sludge Recycling Plant. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 51, pp. 6099–6104. DOI 10.1021/ie300620u.
- ISIK, H. y CABALAR, A.F., 2018. Sieve analysis and standard penetration test correlations using Microsoft Excel VBA and an iPhone app. *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 26, no. 6, pp. 2092-2101. ISSN 10990542. DOI 10.1002/cae.22002.
- JOGARAO, B., DEEPAK, W.S., VARMA, S.M.S. y PRASAD, A.V., 2016. Comparative Design of Flexible Pavement using Different Countries Methodologies. , vol. 2, no. 07, pp. 165-168.
- KATTE, V.Y., MFOYET, S.M., MANEFOUET, B., WOUATONG, A.S.L. y BEZENG, L.A., 2019. Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea], vol. 37, no. 1, pp. 217-234. ISSN 15731529. DOI 10.1007/s10706-018-0604-x. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0604-x>.
- KODIKARA, J., ISLAM, T. y SOUNTHARARAJAH, A., 2018. Transportation Geotechnics Review of soil compaction : History and recent developments. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 17, pp. 24-34. ISSN 2214-3912. DOI 10.1016/j.trgeo.2018.09.006. Disponible en: <https://bit.ly/3Nupy5j>.
- LOZADA, J., 2016. Investigación Aplicada : Definición , Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica* [en línea], vol. 1, no. 3, pp. 34-39. Disponible en: <https://bit.ly/3FYI1Cu>.

- MAADANI, O. y HALIM, A.O.A., 2017. Environmental Considerations in the AASHTO Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide: Impacts on Performance. *Journal of Cold Regions Engineering* [en línea], vol. 31, no. 3, pp. 04017008. ISSN 0887-381X. DOI 10.1061/(asce)cr.1943-5495.0000126. Disponible en: <https://bit.ly/3y7yXsG>.
- MAMANI, O., 2022. *Adición de lodos de concreto para la estabilización de subrasante de la carretera Kelluyo - Chacocollo, Chucuito, 2022* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108609>.
- MARTINS, J.V., GARCIA, D.C.S., AGUILAR, M.T.P. y DOS SANTOS, W.J., 2021. Influence of replacing Portland cement with three different concrete sludge wastes. [en línea], vol. 303, no. January, pp. 124519. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124519. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061821022753>.
- MEDINA, C.J., SANDOVAL, L., ZAMORA, S.A., VIVAR, R. y REYES, D., 2023. Use of Sawdust Fibers For Soil Reinforcement: A Review. [en línea], pp. 1-23. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6439/11/7/58>.
- MOUSALLI-KAYAT, G., 2015. *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa. Mérida* [en línea], no. June, pp. 1-39. DOI 10.13140/RG.2.1.2633.9446. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/303895876>.
- MUKABI, J.N., 2016. Review of DCP Based CBR - UCS and Resilient Modulus Models for Applications in Highway and Airport Pavement Design. *E-Publication Pre-Print* [en línea], no. July, pp. 1-19. Disponible en: <https://bit.ly/3ldgpf3>.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. 5ta. S.I.: s.n. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://bit.ly/3uXli4X>.
- NAWI, N.M., MAT, D.A., SHARIPUDIN, S.S., MOHD, N.F. y MOHAMAD, N.M., 2022. Study on potential of soil stabilization using concrete sludge of batching plant (CSBP). *Scientific Review Engineering and Environmental Studies*

- (SREES) [en línea], vol. 30, no. 4, pp. 552-560. ISSN 2543-7496. DOI 10.22630/PNIKS.2021.30.4.46. Disponible en: <https://bit.ly/37OBwGv>.
- NOOR, T., TUAN, H., AKBAR, N.A. y HANI, S., 2020. Improvement in CBR Value of Sub-Base Soil using Concrete Slush Waste (CSW). *Journal of advanced industrial technology and application* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 48-56. DOI 10.30880/jaita.2020.01.01.006. Disponible en: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/jaita/article/download/6480/3664>.
- O'KELLY, B.C., 2021. Review of Recent Developments and Understanding of Atterberg Limits Determinations. *Geotechnics* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 59-75. DOI 10.3390/geotechnics1010004. Disponible en: <https://bit.ly/3QiCz39>.
- OCHOA, S. y BIZARRETA, J., 2021. Experimental Study on Stabilization Subgrade Soil Soft with Fine Concrete Residue. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 1044-1052. ISSN 2789-5009. DOI 10.18502/epoch.v1i2.9530. Disponible en: <https://knepublishing.com/index.php/epoch/article/view/9530>.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 07179502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: <https://bit.ly/36A1AVQ>.
- OYOLA, A.E., 2021. La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo* [en línea], vol. 14, no. 1, pp. 90-93. ISSN 2227-4731. DOI 10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905. Disponible en: <http://cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/view/905>.
- PANDEY, A. y RABBANI, A., 2017. Stabilisation of Pavement Subgrade Soil Using Lime and Cement : Review. *International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)* [en línea], vol. 4, no. 6, pp. 5-7. Disponible en: <https://bit.ly/36XIPMI>.
- PATEL, S.K. y SINGH, B., 2017. Experimental Investigation on the Behaviour of Glass Fibre-Reinforced Cohesive Soil for Application as Pavement Subgrade Material. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering* [en

línea], vol. 3, no. 2, pp. 0. ISSN 21999279. DOI 10.1007/s40891-017-0090-x.
Disponible en: <https://bit.ly/3ycXQmX>.

PONNADA, S., RAJESWARARAO, K. y MARKANDEYA, P., 2021. Effect of various mineral and chemical admixtures on the improvement of subgrade CBR. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 1025, no. 1, pp. 012012. ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899X/1025/1/012012. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1025/1/012012>.

REITERMAN, P., MOXNDSCHHEIN, P., DOUŠOVÁ, B., DAVIDOVÁ, V. y KEPPERT, M., 2022. Utilization of concrete slurry waste for soil stabilization. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 16, no. January. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2022.e00900. Disponible en: <https://bit.ly/3uKov8R>.

RINCÓN, G. y HIGUERA, C., 2017. Programa informático para el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO. *Ingenio Magno* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 17. DOI ISSN 2145-9282. Disponible en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1395/1291>.

RYS, D. y BURNOS, P., 2021. Study on the accuracy of axle load spectra used for pavement design. *International Journal of Pavement Engineering* [en línea], pp. 1-10. ISSN 1477268X. DOI 10.1080/10298436.2021.1915492. Disponible en: <https://bit.ly/3bOwE68>.

SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. S.l.: Universidad Ricardo Palma. ISBN 9786124735141. Disponible en: <https://bit.ly/3qt0X6u>.

SHAKHAN, M.R., TOPAL, A. y ŞENGÖZ, B., 2021. Data Collection for Implementation of the Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) in Izmir, Turkey. *Teknik Dergi/Technical Journal of Turkish Chamber of Civil Engineers* [en línea], vol. 32, no. 6, pp. 11361-11380. ISSN 13003453. DOI 10.18400/tekderg.651399. Disponible en: <https://bit.ly/3AjvF8s>.

SKJONG, R. y WENTWORTH, B.H., 2014. Expert Judgment and Risk Perception

Expert Judgment and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh* [en línea], vol. 4, no. 537-545. Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>.

WALEED, A., RIAZ, M.T., MUNEEER, M.F., AHMAD, M.A., MUGHAL, A., ZAFAR, M.A. y SHAKOOR, M.M., 2019. Solar (PV) Water Irrigation System with Wireless Control. *2019 International Symposium on Recent Advances in Electrical Engineering (RAEE)* [en línea]. S.l.: IEEE, pp. 1-4. ISBN 978-1-7281-3072-9. DOI 10.1109/RAEE.2019.8886970. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8886970/>.

WANG, R. y ZHANG, Y.X., 2018. Recycling fresh concrete waste : A review. *Structural Concrete* [en línea], no. April, pp. 1-17. DOI 10.1002/suco.201800057. Disponible en: <https://bit.ly/36HPw4X>.

YANG, B., ZHANG, Y., CETIN, B. y CEYLAN, H., 2019. Concrete Grinding Residue : Management Practices and Reuse for Soil Stabilization. *Transportation Research Record* [en línea], pp. 1-16. DOI 10.1177/0361198119854292. Disponible en: <https://bit.ly/3wYA9zO>.

ZENG, S., LI, Z. cun, LI, W. y LI, J., 2013. Subgrade failure division and influence factors analyze of expressway. *Applied Mechanics and Materials* [en línea], vol. 256-259, no. PART 1, pp. 1737-1741. ISSN 16609336. DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.256-259.1737. Disponible en: <https://bit.ly/3uLYjv9>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
VI: Lodos de concreto	Los lodos de concreto son desechos generados por la devolución y residuos adheridos a los camiones mixer tras el uso del concreto premezclado. Cada camión dosificador de concreto acumula aproximadamente entre 250 y 350 kg de concreto en sus tambores (Wang y Zhang, 2018, p. 1)	Los lodos de concreto se operacionalizan mediante sus dimensiones, dosificación, granulometría y color	Dosificación Granulometría Densidad	10%, 20% y 30% LC Pasante del tamiz 1" Peso específico (g/cm ³)	Razón
VD1: Subrasante	La subrasante es un componente fundamental en la ingeniería de autopistas, ya que soporta tanto el peso del propio terreno como el del pavimento y las cargas del tráfico. Una subrasante bien construida es crucial para mejorar la calidad de conducción y prolongar la vida útil de la carretera (Zeng et al., 2013, p. 1137)	La subrasante se operacionaliza mediante sus dimensiones propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Índice de plasticidad (%) Densidad seca máxima (g/cm ³) Capacidad de soporte (%)	Razón
VD2: Diseño del pavimento rígido	La guía de diseño de pavimentos empírico-mecanicista (MEPDG) es un método avanzado y más sofisticado de análisis y diseño de pavimentos que calcula las respuestas de la estructura del pavimento y predice diferentes comportamientos del pavimento bajo la combinación de cargas de tráfico y condiciones ambientales teniendo en cuenta varias propiedades de los materiales (Shakhan, Topal y Şengöz, 2021, p. 11362)	El diseño del pavimento se realiza tomando en cuenta valores de carga de tráfico, condiciones ambientales y propiedades de los materiales	Estructura del pavimento	Espesores (mm)	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente Lodos de concreto	Dosificación	10%, 20% y 30% de LC	Ficha de observación	Tipo de investigación Aplicada
¿Cuál es el efecto de la adición de lodos de concreto a la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?	Demostrar el efecto de los lodos de concreto en la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.	Los lodos de concreto tienen efecto en la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023		Granulometría	Pasante del tamiz 1"	ASTM D-422	
				Densidad	Peso específico	ASTM C29	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable dependiente 1 Subrasante	Propiedad física	Índice de plasticidad (%)	Norma ASTM 4318	Enfoque de investigación Cuantitativo
¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?	Determinar el efecto de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023	Los lodos de concreto tienen efecto sobre el índice de plasticidad de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023					
¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?	Determinar el efecto de los lodos de concreto en la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023	Los lodos de concreto tienen efecto sobre la máxima densidad seca de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023		Propiedades mecánicas	Densidad seca máxima (g/cm ³)	Norma ASTM D-1557	El nivel de la investigación: Explicativo
¿Cuál es el efecto de los lodos de concreto en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño de pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?	Determinar el efecto de los lodos de concreto en la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.	Los lodos de concreto tienen efecto sobre la capacidad de soporte de la subrasante para el diseño del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.			Capacidad de soporte (%)	Norma ASTM D-1883	Población: Pasaje Pedregal Muestra: 3 calicatas
¿Cuál es el efecto de la subrasante con la adición de lodos de concreto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023?	Determinar el efecto de la subrasante con la adición de lodos de concreto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.	La subrasante con la adición de lodos de concreto tiene efecto en la estructura del pavimento rígido del pasaje Pedregal, Moquegua 2023.	Variable dependiente 2 Diseño del pavimento rígido	Estructura del pavimento	Espesores	Diseño Aashto 93	Muestreo: No probabilístico por conveniencia

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023

Carretera

Tramo
Cod Estación
Estación

HORA	Ubicación Sentido										Fecha			PORC. %							
	STATION		CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION		SEMIRAYLER		TRAYLERS			TOTAL					
	AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3		3S1/3S2		>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
TOTAL																					
%																					

RVA
Mg. Mario P. Rodríguez Vasquez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 122801

[Signature]
Roberto del Carpio Delgado
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 175567

[Signature]
Eduardo Estrella Maza
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 222753



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: Diseño de pavimento rígido adicionando todos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023
TESISTA: Montalco Chua, Marbin Anthony

DATOS GENERALES

PROYECTO:
SOLICITANTE:
REGISTRO DE CLIENTE:

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO - MTC E 108

MUESTRA:
DESCRIPCIÓN:
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:
HORA:
HORA:
CÓDIGO DE MUESTRA:

DATOS DE EQUIPOS

Table with 3 columns: EQUIPO, CODIGO, APROXIMACIÓN. Rows include HORNO (0.5 °c), BALANZA (0.1g), BALANZA (0.01g).

DATOS DE AMBIENTE

UBICACIÓN:
LUGAR:
ALTITUD:
OTROS:

Main data table with columns: ÍTEM, DESCRIPCIÓN, MUESTRA (1RA MEDICIÓN, 2DA MEDICIÓN, 3RA MEDICIÓN). Rows include sample size, contamination, tare weight, and moisture content measurements.

OBSERVACIONES

Observation field with horizontal lines.

Three signature boxes for validation. Each box contains 'Validado por:', 'Nombre / cargo', 'Firma:', and a circular professional stamp with name and CIP number.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: Diseño de pavimento rígido adicionando losos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023
TESISTA: Montalco Chua, Marbin Anthony

DATOS GENERALES

PROYECTO:
SOLICITANTE:
REGISTRO DE CLIENTE:

FORMATO REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - MTC E 107

MUESTRA:
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:
HORA:
DESCRIPCIÓN:
ECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:
HORA:
CÓDIGO DE MUESTRA:

Table with 3 columns: EQUIPO, CODIGO, APROXIMACIÓN. Rows include HORNO (0.5 °c), BALANZA (0.1g), BALANZA (0.01g).

Table with 1 column: DATOS DE AMBIENTE. Rows include UBICACIÓN, LUGAR, ALTITUD, OTROS.

Table titled TAMIZADO with columns: N, TAMIZ DENOMINACION ASIM (mm), RETENIDO PESO (g), OBSERVACIONES. Lists sieve sizes from 3 1/2" to Fondo.

Table titled GENERALES with columns: DESCRIPCIÓN, VALOR, FECHA Y HORA. Includes fields for sample weight, humidity, and temperature.

Empty header section for additional data.

Three signature boxes with fields for 'Validado por:', 'Nombre / cargo', 'Firma', 'D:', 'M:', 'A:'. Includes professional seals and names like 'Roberto del Carpio Delgado' and 'Mg. Mario P. Rodríguez Vásquez'.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: Diseño de pavimento rígido adicionando todos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023
TESISTA: Montalvo Chua, Marlon Anthony

DATOS GENERALES

PROYECTO: _____
SOLICITANTE: _____ REGISTRO DE CLIENTE: _____
FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD - MTC E 110 Y MTC E 111
MUESTRA: _____ FECHA DE INICIO DE ENSAYO: _____ HORA: _____
DESCRIPCIÓN: _____ FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: _____ HORA: _____
CÓDIGO DE MUESTRA: _____

DATOS DE EQUIPOS

EQUIPO	CODIGO	APROXIMACION
HORNO		0.5 °c
BALANZA		0.01g.
CUCHARA CASA GRANDE		--

DATOS DE AMBIENTE

UBICACION: _____
LUGAR: _____
ALTITUD: _____
OTROS: _____

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
Nº TARA	ID		
PESO DE TARA	FECHA Y HORA		
	(g)		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(g)		
TEMPERATURA DE SECADO	°C		
PESO TARA + SUELO SECO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(g)		
NUMERO DE GOLPES	Nº.		

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
Nº TARA	ID		
PESO DE TARA	FECHA Y HORA		
	(g)		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(g)		
TEMPERATURA DE SECADO	°C		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	FECHA Y HORA		
	HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA AMBIENTE		
	(g)		

OBSERVACIONES

Validado por:

Nombre / cargo	D:
M:	
A:	
Firma:	

Validado por:

Nombre / cargo	D:
M:	
A:	
Firma:	

Validado por:

Nombre / cargo	D:
M:	
A:	
Firma:	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: Diseño de pavimento rígido adicionando todos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023
TESISTA: Montalico Chua, Marbin Anthony

DATOS GENERALES
PROYECTO:
SOLICITANTE:
REGISTRO DE CLIENTE:

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)
MUESTRA:
DESCRIPCION:
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:
FECHA DE CULMINACION DE ENSAYO:
CODIGO DE MUESTRA:
HORA:

Table with 3 columns: EQUIPO, CODIGO, APROXIMACION. Rows include HORNO, BALANZA, BERNIER, PISON, MOLDE.

DATOS DE AMBIENTE
UBICACION:
LUGAR:
ALTITUD:
OTROS:

GENERALES
CLASIFICACION DEL SUELO:
METODO DE COMPACTACION:
NUMERO DE GOLPES POR CAPA:
NUMERO DE CAPAS:
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ 3/4":
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ NRO 4":
PESO DEL PISON:

Table with 5 columns: NRO DE ENSAYO, ID, fecha y hora, Humedad relativa, Temperatura ambiente. Rows for N° DE TARA, PESO DE TARA, PESO (SUELO HÚMEDO + TARA), PESO (SUELO SECO + TARA).

Table with 6 columns: ID, 1, 2, 3, 4. Rows for PROCTOR MODIFICADO: NUMERO DE ENSAYO, PESO DE MOLDE, DIAMETRO DEL MOLDE, ALTURA DEL MOLDE, PESO DE MOLDE + SUELO.

Table with 5 columns: ID, fecha y hora, Humedad relativa, Temperatura ambiente. Rows for CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (DESPUES DEL ENSAYO): N° DE TARA, PESO DE TARA, PESO (SUELO HÚMEDO + TARA), PESO (SUELO SECO + TARA).

OBSERVACIONES

Validado por:
Nombre / cargo:
Firma: Rubricado del Carpio Delgado
INGENIERO CIVIL
CIP. 175567

Validado por:
Nombre / cargo:
Firma: Enrique Espinoza Muro
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 222757

Validado por:
Nombre / cargo:
Firma: Mg. Mario P. Rodríguez Vásquez
INGENIERO CIVIL
CIP 122801

PROYECTO: Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023
 TESISTA: Montaico Chua, Marbin Anthony

DATOS GENERALES

PROYECTO: _____
 SOLICITANTE: _____ REGISTRO DE CLIENTE: _____

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO CBR - MTC E 132

MUESTRA: _____ FECHA DE INICIO DE ENSAYO: _____ HORA: _____
 DESCRIPCIÓN: _____ FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: _____ HORA: _____
 CÓDIGO DE MUESTRA: _____

DATOS DE EQUIPOS					
EQUIPO	CODIGO	APROXIMACIÓN	EQUIPO	CODIGO	APROX.
HORNO		0.5 °C	DIAL		0.001*
BALANZA		0.01g	DIAL		0.001*
BALANZA		0.1g	PISON		-
BERNIER		0.05mm	PRENSA CBR		0.5kg
		--			

DATOS DE AMBIENTE	
UBICACIÓN:	_____
LUGAR:	_____
ALTITUD:	_____
OTROS:	_____

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN:	SUCS	AASHTO	PROCTOR	OPTIMO:	N°CAPAS	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCIÓN	UND NRO. MOLDE	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES		


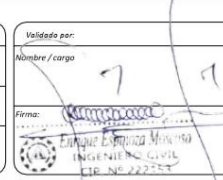

DESCRIPCIÓN	CBR		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
	Normal	Saturado						
1	Peso de molde	g						
2	diámetro de molde	cm						
3	altura de molde	cm						
4	espesor del disco espaciador	cm						
5	Peso del molde	g						
7	peso del molde + suelo	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb. g						

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE PENETRACIÓN		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
8	Id. Tara						
9	peso de tara	fecha y hora g					
11	Peso del suelo húmedo + tara	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb. g.					
12	Temperatura de secado	°C					
13	Peso del suelo seco + tara	fecha y hora Hum. Relativ. temp. Amb. g					

PENETRACIÓN						
CARGA	STANDARD	pulg.	Tiempo	LECTURA		
				12 GOLPES	25 GOLPES	55 GOLPES
diámetro del pistón:	0,000	0 seg.				
	0,025	30seg.				
	0,050	60 seg.				
	0,075	90 seg.				
	0,100	120 seg.				
	0,150	180seg.				
	0,200	240seg.				
	0,250	300seg.				
	0,300	360seg.				
	0,400	480seg.				
0,500	600seg.					

EXPANSIÓN				
FECHA	HORA	12 GOLPES	26 GOLPES	55 GOLPES

OBSERVACIONES

Validado por: Nombre / cargo: _____ Firma:  Roberto del Carpio Delgado INGENIERO CIVIL CIP. 175567	Validado por: Nombre / cargo: _____ Firma:  Montaico Chua INGENIERO CIVIL CIP. Nº 222757	Validado por: Nombre / cargo: _____ Firma:  Mg. Mario P. Rodríguez Yásquez INGENIERO CIVIL CIP 122801
--	--	--

Anexo 4. Validez de los instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo MARIO P. RODRIGUEZ VASQUEZ CIP N° 122801 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				4	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					5
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					5
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					5
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					5
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					5
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					5
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					5


VALORACION TOTAL 39

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 39 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue EXCELENTE

Moquegua, 20 de diciembre del 2023


Mg. Mario P. Rodríguez Vásquez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 122801

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo Fabrizio del Carpio Delgado CIP N° 175567 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					5
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					5
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					5
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					5
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					5
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					5
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					5
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					5

VALORACION TOTAL	40
------------------	----

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 40 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue excelente

Moquegua, 20 de diciembre del 2023


Fabrizio del Carpio Delgado
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 175567

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo Enrique Espinoza Moscoso CIP N° 222153 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					5
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					5
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				4	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					5
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					5
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					5
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					5
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					5


VALORACION TOTAL	<u>39</u>
-------------------------	-----------

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

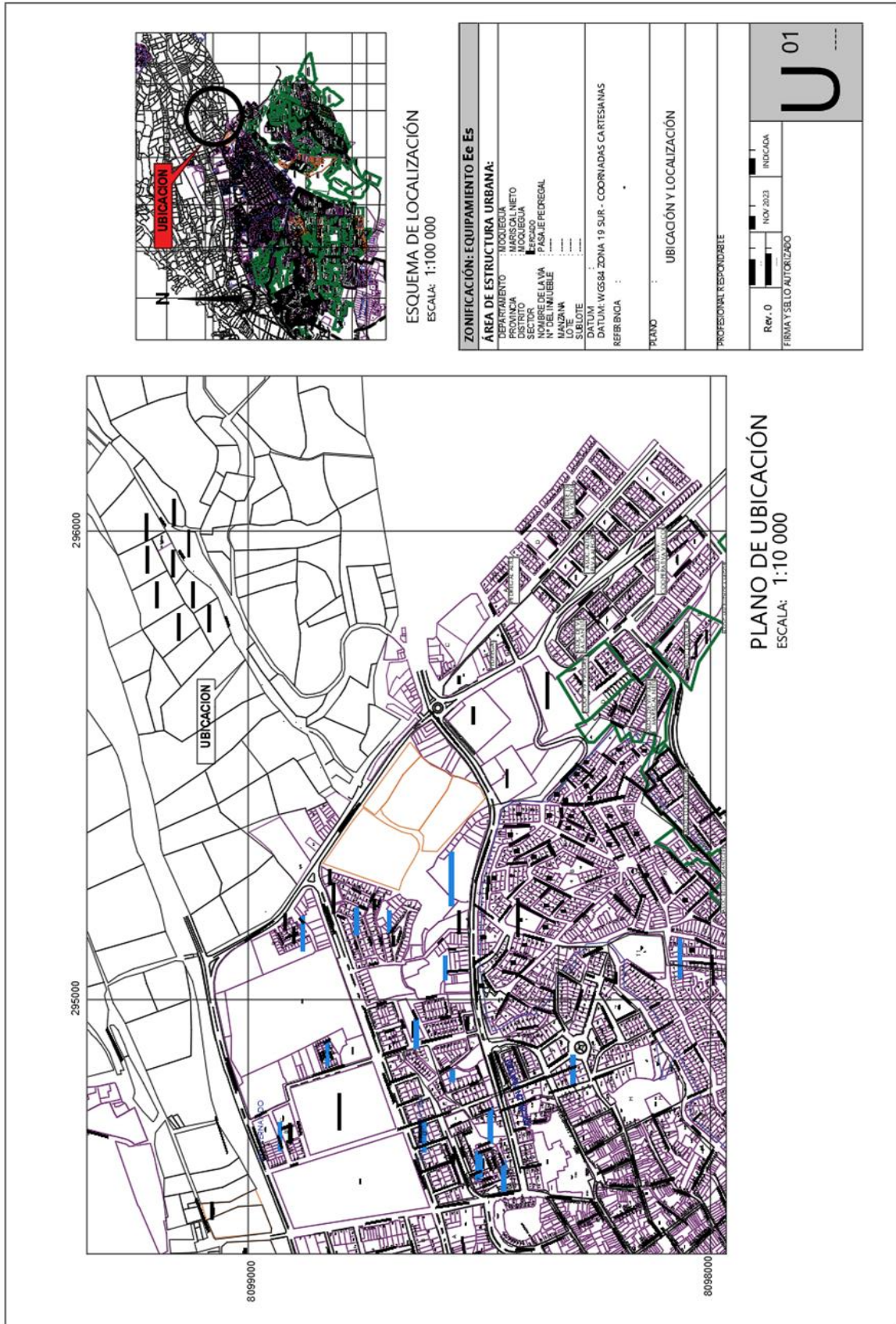
VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 39 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue Excelente

Moquegua, 20 de diciembre del 2023


Enrique Espinoza Moscoso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222153

Anexo 5. Mapas y planos de la investigación



Anexo 6. Panel fotográfico


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	
Figura 22. Botadero de lodos de concreto en Moquegua	Figura 23. Botadero de lodos de concreto en Moquegua
	
Figura 24. Botadero de lodos de concreto en Moquegua	Figura 25. Sondeo de la calicata C-1
	
Figura 26. Sondeo de la calicata C-2	Figura 27. Sondeo de la calicata C-3



Figura 28. Ensayo de límites de consistencia



Figura 29. Ensayos de límites de consistencia



Figura 30. Ensayo de análisis granulométrico



Figura 31. Ensayo de análisis granulométrico



Figura 32. Ensayo de Proctor modificado



Figura 33. Ensayo de Proctor modificado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 34. Ensayo de Californian Bearing Ratio (CBR)



Figura 35. Ensayo de Californian Bearing Ratio (CBR)



Figura 36. Obtención del valor de peso específico de los lodos de concreto



Figura 37. Obtención del valor de peso específico de los lodos de concreto



Figura 38. Aforo vehicular durante la noche



Figura 39. Aforo vehicular durante el día

Anexo 7. Hoja de cálculos

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL		Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO ENTRADA LUNES		Fecha		PORC. %						
	HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER			TRAYLERS			TOTAL				
				PICKUP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	2S3	3S1/3S2	>=3S3		2T2		2T3	3T2	>=3T3	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.25
05-06	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.00
06-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.00
07-08	2	3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	11.25
08-09	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.50
09-10	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6.25
10-11	2	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7.50
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.50
12-13	6	3	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16.25
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
14-15	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.75
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.00
17-18	8	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	12.50
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7.50
19-20	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6.25
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.25
21-22	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.25
TOTAL	32	14	15	0	0	0	1	5	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	100.00
%	40.00	17.50	18.75	0.00	0.00	0.00	1.25	6.25	0.00	13.75	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	1 E - 1 PEDREGAL											Ubicación Sentido Dia					MARISCAL NIETO SALIDA LUNES		Fecha		PORC. %
	HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS 2E	CAMION			SEMITRAYLER		TRAYLERS			TOTAL	PORC. %			
					PANEL	COMBI RURAL			2E	3E	4E	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T3	3T2			>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
05-06	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1.49	
06-07	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	5.22	
07-08	8	3	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	11.19	
08-09	9	5	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	12.69	
09-10	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.22	
10-11	3	5	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	11	8.21	
11-12	-	4	-	-	-	-	2	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	10	7.46	
12-13	4	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6.72	
13-14	5	3	2	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	13	9.70	
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.75	
15-16	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.22	
16-17	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.73	
17-18	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.48	
18-19	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5.97	
19-20	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5.97	
20-21	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	3.73	
21-22	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.49	
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.75	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
TOTAL	45	51	19	0	0	0	1	6	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	134	100.00	
%	33.58	38.06	14.18	0.00	0.00	0.00	0.75	4.48	0.00	7.46	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

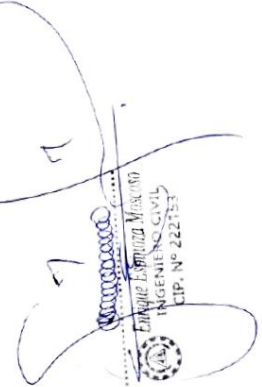
Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicacion Sentido Dia														6 Nov 23						
		STATION		CAMIONETAS		MICRO		BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS			TOTAL	PORC. %	
HORA	AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			TOTAL
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.47
05-06	2	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.80
06-07	1	5	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5.14
07-08	10	6	4	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	11.21
08-09	10	5	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8.88
09-10	-	6	2	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.61
10-11	5	6	-	-	-	-	1	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7.94
11-12	-	4	-	-	-	-	4	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.61
12-13	10	5	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	10.28
13-14	5	3	2	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	6.07
14-15	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.87
15-16	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3.27
16-17	-	7	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4.21
17-18	11	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7.48
18-19	2	3	7	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6.54
19-20	10	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	6.07
20-21	-	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.80
21-22	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.80
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.47
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.47
TOTAL	77	65	34	0	0	2	11	0	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	100.00
%	35.98	30.37	15.89	0.00	0.00	0.93	5.14	0.00	9.81	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

[Handwritten signature]
Empaque Espinosa Marcano
 INGENIEROS CIVILES
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Día										MARISCAL NIETO ENTRADA MARTES				Fecha 7 Nov 23				
		STATION		CAMIONETAS		MICRO		BUS		CAMION		SEMITRATLER		TRATLERS		TOTAL	PORC.			
		AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	TOTAL
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.92
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.92
06-07	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.77
07-08	2	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.73
08-09	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.81
09-10	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9.62
10-11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.85
11-12	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9.62
12-13	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.73
13-14	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	12.50
14-15	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.85
15-16	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.88
16-17	5	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9.62
17-18	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.85
18-19	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.92
19-20	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.85
20-21	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.69
21-22	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.96
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.92
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	50	23	11	0	0	1	7	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	104	100.00
%	48.08	22.12	10.58	0.00	0.00	0.96	6.73	0.00	10.58	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Carretera

Tramo
Cod Estación
Estación

1
E-1
PEDREGAL

Ubicación
Sentido
Dia

MARISCAL NIETO
SALIDA
MARTES
Fecha 7 Nov 23

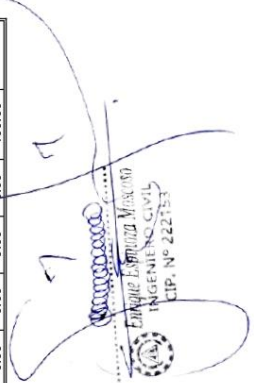
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %		
			PICKUP	PANEL			COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2			>=3S3	2T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.77
04-05	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.54
05-06	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.38
06-07	5	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.23
07-08	3	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.15
08-09	7	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	14.62
09-10	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.31
10-11	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.31
11-12	5	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	10.77
12-13	5	4	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	13.85
13-14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.77
14-15	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.54
15-16	5	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	8.46
16-17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1.54
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0.77
18-19	5	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	6.15
19-20	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.08
20-21	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.85
21-22	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.62
22-23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.77
23-24	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.54
TOTAL	43	41	28	0	1	0	7	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	130	100.00
%	33.08	31.54	21.54	0.00	0.77	0.00	5.38	0.00	6.15	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera Tramo E - 1 PEDREGAL "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Hora	STACION WAGON		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %	
	AUTO	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3			3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.28
04-05	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.85
05-06	-	-	3	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.85
06-07	8	8	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.69
07-08	5	4	3	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6.41
08-09	7	7	8	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.26
09-10	9	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.56
10-11	5	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.89
11-12	5	11	3	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.26
12-13	9	7	3	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10.68
13-14	8	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.98
14-15	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.56
15-16	7	2	2	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.98
16-17	6	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.13
17-18	3	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.14
18-19	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.27
19-20	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.42
20-21	7	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.56
21-22	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.99
22-23	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.28
23-24	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.85
TOTAL	93	64	39	0	1	14	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	234	100.00
%	39.74	27.35	16.67	0.00	0.43	5.98	0.00	8.12	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00



Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E - 1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO										
		8 Nov.23										ENTRADA										
												MIERCOLES										
HORA	AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL	CAMIONETAS COMBI RURAL	MICRO	BUS 2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	TOTAL	PORC. %	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
04-05	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.77
05-06	2	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
06-07	3	2	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.85
07-08	2	5	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.85
08-09	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.54
09-10	5	6	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	13.27
10-11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.88
11-12	9	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	12.39
12-13	2	3	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.08
13-14	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.54
14-15	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.54
15-16	2	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.31
16-17	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.31
17-18	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.54
18-19	5	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.08
19-20	5	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.42
20-21	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.31
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	43	29	23	0	0	1	7	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	100.00	
%	38.05	25.66	20.35	0.00	0.00	0.88	6.19	0.00	7.96	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera Tramo Cod Estación Estación 1 E-1 PEDREGAL "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023" MARISCAL NIETO SALIDA MIERCOLES Fecha 8 Nov 23

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %
			PICKUP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.79
05-06	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.59
06-07	9	7	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	15.08
07-08	10	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	13.49
08-09	5	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.14
09-10	6	4	3	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	11.90
10-11	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.38
11-12	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.38
12-13	9	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.52
13-14	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.97
14-15	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.59
15-16	4	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.35
16-17	-	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.97
17-18	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.38
18-19	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.59
19-20	5	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.35
20-21	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.59
21-22	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.56
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.79
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.59
TOTAL	57	35	14	0	0	0	6	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	126	100.00
%	45.24	27.78	11.11	0.00	0.00	0.00	4.76	0.00	8.73	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Enrique Espinoza Marcano
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL		Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO AMBOS MIERCOLES		Fecha		TOTAL	PORC. %			
	AUTO	STATION WAGON	PICKUP	PANEL	CAMIONETAS COMBI RURAL	MICRO	BUS 2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2			2T3	3T2	>=3T3
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.84
05-06	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.67
06-07	11	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.04
07-08	13	6	3	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	11.30
08-09	7	6	2	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7.95
09-10	7	4	6	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7.95
10-11	6	6	3	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.53
11-12	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.67
12-13	18	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	10.88
13-14	3	6	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.44
14-15	2	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.51
15-16	5	4	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.02
16-17	2	3	2	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.60
17-18	2	5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.77
18-19	4	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.51
19-20	10	1	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.69
20-21	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.93
21-22	1	8	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.44
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.42
23-24	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.84
TOTAL	100	64	37	0	0	1	13	0	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239	100.00
%	41.84	26.78	15.48	0.00	0.00	0.42	5.44	0.00	8.37	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS 2E >=3E	CAMION			SEMITRATLER 2S3	TRATLERS			TOTAL	PORC. %			
		AUTO WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			2E	3E	4E		25 1/2S2	3S1/3S2	>=3S3			2T2	2T3	3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.67
06-07	1	1	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.17
07-08	1	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.00
08-09	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.67
09-10	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.17
10-11	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.17
11-12	5	4	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	11.67
12-13	3	3	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.33
13-14	1	3	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.83
14-15	2	5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.50
15-16	1	3	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	5.00
16-17	1	5	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.67
17-18	2	4	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.50
18-19	8	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	13	10.83
19-20	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.83
20-21	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.67
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.83
22-23	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.67
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.83
TOTAL	44	42	15	0	0	0	7	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	120	100.00
%	36.67	35.00	12.50	0.00	0.00	0.00	5.83	0.00	7.50	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



 Enrique Espinoza Mascolo

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia												9 Nov 23											
		STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %						
		AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252		2S3	3S1/3S2	>=3S3			2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.76
06-07	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.29
07-08	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.58
08-09	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.63
09-10	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.63
10-11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.05
11-12	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.16
12-13	6	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12.21
13-14	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.05
14-15	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.29
15-16	9	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.16
16-17	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.05
17-18	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.16
18-19	4	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.11
19-20	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.53
20-21	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.11
21-22	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.53
22-23	9	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	10.69
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	66	29	22	0	0	1	0	5	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	100.00
%	50.38	22.14	16.79	0.00	0.76	0.00	3.82	0.00	5.34	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



 Exp. No. 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia										9 Nov.23												
		STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %				
		AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E		4E	251/252	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2			2T3	3T2	>=3T3	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.20	
06-07	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.19	
07-08	2	5	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.78	
08-09	14	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.17	
09-10	2	6	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5.98	
10-11	5	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.59	
11-12	10	8	6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	10.36	
12-13	9	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	10.36	
13-14	4	4	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.38	
14-15	3	5	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.78	
15-16	10	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7.17	
16-17	3	5	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.78	
17-18	6	8	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	8.37	
18-19	12	5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	8.37	
19-20	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.59	
20-21	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.98	
21-22	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.20	
22-23	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.37	
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.40	
TOTAL	110	71	37	0	1	1	12	0	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	251	100.00	
%	43.82	28.29	14.74	0.00	0.40	0.40	4.78	0.00	6.37	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

[Handwritten signature]
 Ing. Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO ENTRADA VIERNES		Fecha		PORC. %							
		STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRATLER			TRATLERS		TOTAL						
		AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2			>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.72
06-07	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.45
07-08	2	3	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.90
08-09	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.90
09-10	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.62
10-11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59
11-12	5	5	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	13.79
12-13	6	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9.48
13-14	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.45
14-15	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.03
15-16	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.45
16-17	1	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.17
17-18	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.17
18-19	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.59
19-20	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.90
20-21	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.76
21-22	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.31
22-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.86
23-24	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.86
TOTAL	49	32	20	0	0	0	0	3	3	3	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	116	100.00
%	42.24	27.59	17.24	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59	2.59	0.00	6.03	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

[Handwritten signature]
 Enrique Espinoza Mascolo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera 1 "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
 Tramo E-1 PEDREGAL MARISCAL NIETO
 Cod Estación 1 SALIDA VIERNES
 Estación Dia 10 Nov 23

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %
			PICKUP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.85	
06-07	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
07-08	2	3	8	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	16	14.81	
08-09	6	5	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	14	12.96	
09-10	-	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3.70	
10-11	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.85	
11-12	5	6	5	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	19	17.59	
12-13	5	4	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	13	12.04	
13-14	3	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.41	
14-15	2	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	7	6.48	
15-16	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.78	
16-17	7	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.33	
17-18	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.63	
18-19	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
19-20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
20-21	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1.85	
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
22-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
TOTAL	39	31	21	0	0	7	8	2	0	0	0	0	0	0	0	108	100.00	
%	36.11	28.70	19.44	0.00	0.00	6.48	7.41	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

[Handwritten signature]
 Empresa Expresos Masivos
 INGENIEROS CIVILES
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO AMBOS VIERNES		Fecha		PORC. %								
		STATION		CAMIONETAS		BUS		CAMION		SEMITRAYER		TRAYLERS		TOTAL	TOTAL									
		AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252				2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.79
06-07	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.23
07-08	4	6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.71
08-09	12	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9.82
09-10	1	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6.25
10-11	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.23
11-12	10	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	15.63
12-13	11	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.71
13-14	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.36
14-15	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6.25
15-16	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3.13
16-17	8	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6.70
17-18	7	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.91
18-19	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.79
19-20	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4.02
20-21	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.91
21-22	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.23
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.89
23-24	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.45
TOTAL	88	63	41	0	0	0	3	10	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	100.00
%	39.29	28.13	18.30	0.00	0.00	0.00	1.34	4.46	0.00	6.70	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

(Handwritten signature and stamp)
 Ing. Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	HORA	STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %		
		AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2			2T3	3T2
	00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.37
	05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	06-07	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.42
	07-08	8	4	2	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	11.64
	08-09	4	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.79
	09-10	1	4	4	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	9.59
	10-11	6	5	7	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	13.70
	11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.37
	12-13	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5.48
	13-14	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.79
	14-15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.42
	15-16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.68
	16-17	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5.48
	17-18	4	7	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	11.64
	18-19	5	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6.16
	19-20	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.37
	20-21	9	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	10.96
	21-22	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.42
	22-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.68
	23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	TOTAL	57	43	26	0	0	2	6	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	146	100.00
	%	39.04	29.45	17.81	0.00	0.00	1.37	4.11	0.00	6.85	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



Enrique Espinoza Mascolo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicacion Sentido Dia										Fecha	11 Nov. 23	MARISCAL NIETO SALIDA SABADO	PORC. %									
		STATION		CAMIONETAS		BUS		CAMION		SEMITRAYLER						TRAYLERS		TOTAL						
		AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E					4E	251/252		2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.78
06-07	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
07-08	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
08-09	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.56
09-10	3	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.47
10-11	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
11-12	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12.50
12-13	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
13-14	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.91
14-15	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.91
15-16	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.69
16-17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.78
17-18	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.25
18-19	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6.25
19-20	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7.03
20-21	9	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12.50
21-22	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.69
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.78
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.78
TOTAL	54	41	15	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	128	100.00
%	42.19	32.03	11.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	4.69	0.00	7.03	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



 Exp. No. 222733

 INGENIERO CIVIL

 CIP. No. 222733

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicación Sentido Dia										MARISCAL NIETO AMBOS SABADO		Fecha		PORC. %								
		STATION		CAMIONETAS		BUS		CAMION		SEMITRAYLER		TRAYLERS		TOTAL	TOTAL									
		AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252				2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.73
05-06	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.36
06-07	3	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.11
07-08	10	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	9.49
08-09	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.28
09-10	4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.66
10-11	10	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	10.58
11-12	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.57
12-13	10	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6.20
13-14	8	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.38
14-15	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.65
15-16	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.55
16-17	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.28
17-18	6	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	9.12
18-19	9	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6.20
19-20	6	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.01
20-21	18	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	11.68
21-22	1	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.01
22-23	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.73
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.36
TOTAL	111	84	41	0	0	0	3	12	0	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	100.00
%	40.51	30.66	14.96	0.00	0.00	0.00	1.09	4.38	0.00	6.93	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



 Exp. No. 222733

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Carretera

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	STATION	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION			SEMITRATLER			TRATLERS			TOTAL	PORC. %		
			PICK UP	PANEL			COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2			>=3S3	2T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.60	
06-07	4	5	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11.71	
07-08	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.50	
08-09	3	1	2	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	9	8.11	
09-10	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9.01	
10-11	-	4	-	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	8	7.21	
11-12	3	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	4.50	
12-13	10	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	16.22	
13-14	2	5	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9.91	
14-15	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3.60	
15-16	2	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	5.41	
16-17	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.80	
17-18	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	4.50	
18-19	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.80	
19-20	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.50	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
21-22	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
22-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.80	
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.90	
TOTAL	41	33	17	0	0	2	8	0	8	2	0	0	0	0	0	0	111	100.00	
%	36.94	29.73	15.32	0.00	1.80	7.21	7.21	0.00	7.21	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		



 Exp. No. 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	Ubicacion Sentido Dia										Fecha	12 Nov. 23	PORC. %					
		AUTO	STATION WAGON	PICKUP	CAMIONETAS PANEL	COMBI RURAL	MICRO	BUS >=3E	2E	3E	4E				SEMITRAYER 2S3	3S1/3S2	>=3S3	TRAYLERS 2T3	3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.96
04-05	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.92
05-06	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.90
06-07	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.86
07-08	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.90
08-09	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.92
09-10	8	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	12.75
10-11	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.90
11-12	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5.88
12-13	4	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	13.73
13-14	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.96
14-15	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.90
15-16	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.96
16-17	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.92
17-18	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	8.82
18-19	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.86
19-20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.98
20-21	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.94
21-22	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.94
22-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.98
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	41	27	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	100.00
%	40.20	26.47	17.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

[Handwritten signature]
 Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL											Ubicación Sentido Día								Fecha	12 Nov. 23	PORC. %
	HORA	STATION WAGON		CAMIONETAS PICKUP PANEL		MICRO	BUS 2E >=3E		CAMION 2E 3E 4E			SEMITRAYER 2S3 3S1/3S2 >=3S3		TRAYLERS 2T2 2T3 3T2 >=3T3			TOTAL					
		AUTO	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
03-04	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.94	
04-05	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.88	
05-06	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4.23	
06-07	7	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9.39	
07-08	3	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	10	4.69	
08-09	4	1	3	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	13	6.10	
09-10	12	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	10.80	
10-11	5	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	13	6.10	
11-12	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	11	5.16	
12-13	14	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	32	15.02	
13-14	2	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	13	6.10	
14-15	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	9	4.23	
15-16	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	8	3.76	
16-17	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	2.82	
17-18	2	2	5	-	-	-	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	14	6.57	
18-19	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	4.23	
19-20	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.82	
20-21	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.41	
21-22	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.35	
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.94	
23-24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.47	
TOTAL	82	60	35	0	0	0	0	2	14	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0	213	100.00	
%	38.50	28.17	16.43	0.00	0.00	0.94	6.57	0.00	7.51	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LADOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 PEDREGAL	MARISCAL NIETO TOTAL Del 06/11/2023 AL 12/11/2023	Ubicación Sentido Dia													TOTAL							
			STATION			CAMIONETAS			MICRO		BUS			CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL
			AUTO	WAGON	PICKUP	PANEL	COMBI RURAL			2E	>=3E	2E	3E	4E	25 S1/252	253	35 S1/352	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
LUNES 6 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	32 45 77	14 51 65	15 19 34	0 0 0	0 0 0	1 1 2	5 6 11	0 0 0	11 10 21	0 0 4	2 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	80 134 214	
MARTES 7 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	50 43 93	23 41 64	11 28 39	0 0 0	0 1 1	1 0 1	7 7 14	0 0 0	11 8 19	1 2 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	104 130 234	
MIERCOLES 8 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	43 57 100	29 35 64	23 14 37	0 0 0	0 0 0	1 0 1	7 6 13	0 0 0	9 11 20	1 3 4	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	113 126 239	
JUEVES 9 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	44 66 110	42 29 71	15 22 37	0 0 0	0 1 1	1 0 1	7 5 12	0 0 0	9 7 16	2 1 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	120 131 251	
VIERNES 10 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	49 39 88	32 31 63	20 21 41	0 0 0	0 0 0	3 0 3	3 7 10	0 0 0	7 8 15	2 2 4	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	116 108 224	
SABADO 11 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	57 54 111	43 41 84	26 15 41	0 0 0	0 0 0	2 1 3	6 6 12	0 0 0	10 9 19	2 2 4	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	146 128 274	
DOMINGO 12 11 2023 ENTRADA SALIDA Ambos	41 41 82	33 27 60	17 18 35	0 0 0	0 0 0	2 0 2	8 6 14	0 0 0	8 2 16	2 2 4	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	111 102 213	
TOTAL	661	471	264	0	2	13	86	0	126	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,649	

(Handwritten signature and stamp)
 Empresa Especializada
 INGENIEROS CIVILES
 CIP. N° 222753

RESUMEN DEL VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE SALIDA Y ENTRADA

Carretera: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA, 2023"

Tramo: 1
Cod Estación: E - 1
Estación: PEDREGAL

Ubicación: MARISCAL NIETO
Sentido: AMBOS
Día: Del 06/11/2023 AL 12/11/2023

SENTIDO	STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS			TOTAL	
	AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
ENTRADA	45	31	18	0	0	6	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
SALIDA	49	36	20	0	0	6	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
AMBOS	94	67	38	0	0	12	0	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236

Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222753

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

Carretera

Tramo 1 E.-1 PEDREGAL MARISCAL NIETO
 Cod Estación Estación TOTAL Del 06/11/2023 AL 12/11/2023
 Ubicación Sentido Dia

DIA	AUTO		CAMIONETAS		CAMION		BUS		SEMITRAILER		TRAVELERS		TOTAL	PORC. %	
	WAGON	PICK UP	PANEL	Combi Rural	3E	4E	2E	3E	251/252	253	351/352	312			313
JUEVES	77	65	34	0	2	11	0	21	4	0	0	0	0	214	12.98
VIERNES	93	64	39	0	1	14	0	19	3	0	0	0	0	234	14.19
SABADO	100	64	37	0	1	13	0	20	4	0	0	0	0	239	14.69
DOMINGO	110	71	37	0	1	12	0	16	3	0	0	0	0	251	15.22
LUNES	88	63	41	0	3	10	0	15	4	0	0	0	0	224	13.56
MARTES	111	84	41	0	3	12	0	19	4	0	0	0	0	274	16.62
MIERCOLES	82	60	35	0	2	14	0	16	4	0	0	0	0	213	12.92
TOTAL	661	471	264	0	2	13	86	0	126	26	0	0	0	1649	100.00
IMD	94	67	38	0	2	12	0	18	4	0	0	0	0	235	
%	40.00	28.51	16.17	0.00	0.85	5.11	0.00	7.66	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VEHICULOS PESADOS

TRAFICO VEHICULAR
 IMD Sin Corrección
 (Vehículo)

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib. %
Autos	84	40.0%
Station Wagon	67	28.5%
Camioneta Pick Up	38	16.2%
Camioneta Panel	0	0.0%
Combi Rural	0	0.0%
Micro	2	0.9%
Omnibus 2E y 3E	12	5.1%
Camion 2E	18	7.7%
Camion 3E	4	1.7%
Camion 4E	0	0.0%
Semitrailer	0	0.0%
Trailer	0	0.0%
TOTAL	235	100.0%

TRAFICO VEHICULAR
 IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR
 (Vehículo)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	97	40.4%
Station Wagon	69	28.6%
Camioneta Pick Up	39	16.3%
Camioneta Panel	0	0.0%
Combi Rural	0	0.0%
Micro	2	0.9%
Omnibus 2E y 3E	12	4.9%
Camion 2E	17	7.2%
Camion 3E	4	1.6%
Camion 4E	0	0.0%
Semitrailer	0	0.0%
Trailer	0	0.0%
TOTAL	241	100.0%

CALCULO DEL IMD
 Resumen de Metodología

$IMD = \frac{VS}{7}$

VS = Volumen Promedio Semanal

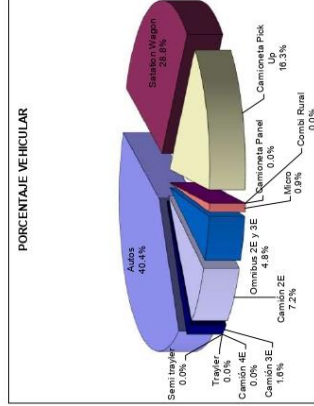
Fc Veh. Livianos = 1.034604

Fc Veh. Pesados = 0.967382

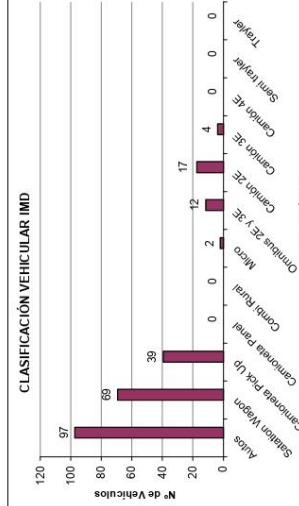
IMD = 241 Vehículos por día

IMD = 87,509 V. x año

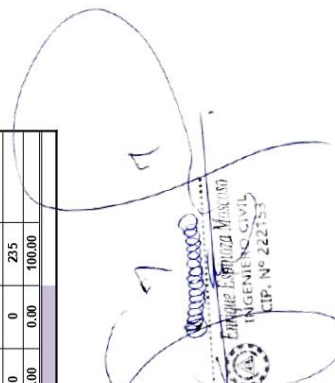
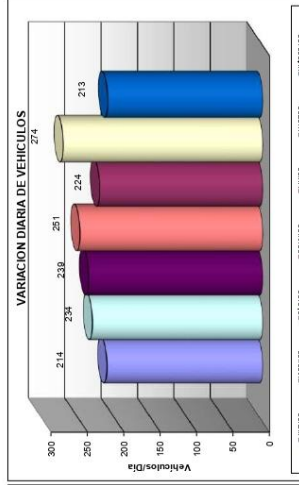
PORCENTAJE VEHICULAR



CLASIFICACION VEHICULAR IMD



VARIACION DIARIA DE VEHICULOS



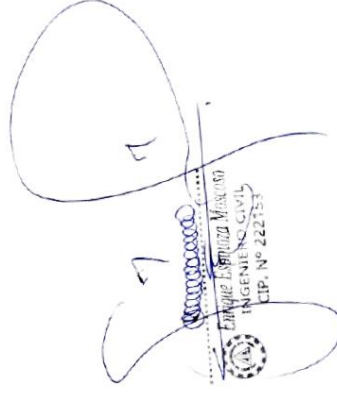
PEAJE: MOTALVO

Mes	Ligero	Pesado
Enero	0.9256	0.9754
Febrero	0.8896	0.9558
Marzo	1.0567	1.0155
Abril	1.0951	1.0754
Mayo	1.0336	1.0095
Junio	1.1014	1.0844
Julio	1.0261	1.0785
Agosto	0.9905	1.0275
Septiembre	1.0447	1.0167
Octubre	1.0608	0.9888
Noviembre	1.0346	0.9572
Diciembre	0.9558	0.9803

Nota: El presente estudio de tarifas para el peaje de Motalvo, se realizó en el mes de Febrero del 2010, de acuerdo a la Resolución Directoral N° 003-2011-SE/06.01-Avance SING 00 Y 1.1.



Elaboracion Propia.


 Enrique Espinoza Marcano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222733

CÁLCULO DE LOS EJERS EQUIVALENTES - ESAL

TRAFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR (Veh/día)

Tipo de Vehiculos	IMD	Distrib. %	
Autos	97	40.4%	AUTOMOVIL
Satation Wagon	69	28.8%	
Camioneta Pick Up	39	16.3%	
Camioneta Panel	0	0.0%	CAMIONETA
Combi rural	0	0.0%	C.R.
Micro	2	0.9%	MICRO
Omnibus 2E y 3E	12	4.8%	OMNIBUS 2 Y 3E
Camión 2E	17	7.2%	CAMION 2E
Camión 3E	4	1.6%	CAMION 3E
Camión 4E	0	0.0%	CAMION 4E
Semi trayler	0	0.0%	
Trayler	0	0.0%	
TOTAL IMD	241	100.0%	

PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS	
Tasa de Crecimiento por Región en %	$r_{reg} =$	2.00 Tasa de Crecimiento Anual de la Población (REGIÓN MOQUEGUA) (vehículos de pasajeros)
	$r_{reg} =$	3.10 Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (REGIÓN MOQUEGUA) (vehículos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	0.5
FACTOR CARRIL (Fc)	1

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	167	69.16
Camioneta	39	16.32
C.R.	0	0.00
Micro	2	0.86
Omnibus 2E y 3E	12	4.82
Camión 2E	17	7.23
Camión 3E	4	1.61
Camión 4E	0	0.00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0.00
Semi Trayler 2S3	0	0.00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0.00
Semi Trayler 3S3	0	0.00
Trayler 2T2	0	0.00
Trayler 2T3	0	0.00
Trayler 3T2	0	0.00
Trayler 3T3	0	0.00
IMD	241	100.00

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO						
	EJE		CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			Fvp.
	DELANTERO	1	2	3		
Bus Grande	1.27	2.34				3.62
2E	1.27	3.33				4.61
3E	1.27	3.46				4.73
4E	1.27	3.69				4.96
2S1 /2S2	1.27	3.33	3.46			8.07
2S3	1.27	3.33	4.16			8.77
3S1 /3S2	1.27	3.46	3.46			8.19
3S3	1.27	3.46	4.16			8.90
2T2	1.27	3.33	3.33	3.33		11.28
2T3	1.27	3.33	3.33	3.46		11.40
3T2	1.27	3.46	3.33	3.33		11.40
3T3	1.27	3.46	3.33	3.46		11.52



Enrique Estroza Masco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222733

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{n-1}$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpi	Distribución (%)
Automovil	243	67.81
Camioneta	57	16.00
C.R.	0	0.00
Micro	3	0.84
Omnibus 2E y 3E	17	4.73
Camión 2E	31	8.69
Camión 3E	7	1.93
Camión 4E	0	0.00
Semi Traylor 2S1 /252	0	0.00
Semi Traylor 2S3	0	0.00
Semi Traylor 3S1 /352	0	0.00
Semi Traylor ≥3S3	0	0.00
Traylor 2T2	0	0.00
Traylor 2T3	0	0.00
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
IMD	358	100.00

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Fca V. Ligeros=	24.30
Fca V. Pesados=	27.15

EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO:

$$EE_{\text{día-carri}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	EE día-carri	Distribución (%)
Bus Grande	31	25.78
Camión 2E	72	60.43
Camión 3E	16	13.79
Camión 4E	0	0.00
Semi Traylor 2S1 /252	0	0.00
Semi Traylor 2S3	0	0.00
Semi Traylor 3S1 /352	0	0.00
Semi Traylor ≥3S3	0	0.00
Traylor 2T2	0	0.00
Traylor 2T3	0	0.00
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
IMD	119	100.00

NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2tn

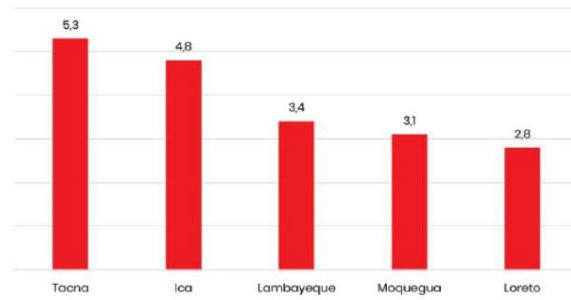
$$Nrep \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carri}} * Fca * 365)]$$

Nrep de $EE_{8.2tn} = 1174841$ EE

Enrique Estroza Mascoso
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222733

El departamento con mayor PBI per cápita en el país es Moquegua con US\$ 21.801, con un monto aproximado al de Letonia (US\$ 22.348). Este país es considerado como una economía avanzada por el FMI, se encuentra en el límite inferior del primer cuartil y se ubica en la posición 47º en el mundo.

Departamentos con mayor crecimiento en últimos cinco años (Var. % anual)



La tasa de crecimiento poblacional de Moquegua en el 2022 fue de 2,0%. Este crecimiento es ligeramente superior al promedio nacional de 1,8%. La población de Moquegua se estima en 1'111,400 habitantes a fines del 2022.



Tasa de crecimiento poblacional d...

[Handwritten signature]

Enrique Estroza Mascosa
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222733

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
TESISTA	MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

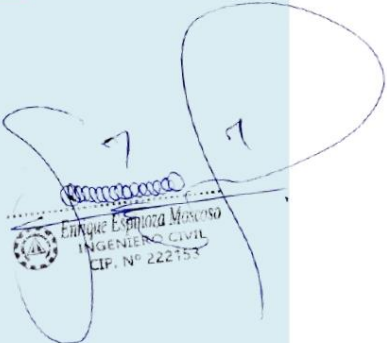
La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:	
D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	1,174,841.00
ESAL's(W18) =	1.17E+06

Enrique Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 55.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -0.127$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.350$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

7 7
Eduardo Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_0 = 4.3$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c = 32(F'c)$$

-136.91

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

	Psi	
Autopistas	682.70	
Carretera	682.70	535.46
Zonas Industriales	640.10	
Urbanos principales	640.10	
Urbanos Secundarios	597.40	

$$S'c = 533.83 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad buena de drenaje y esta expuesto en un 1% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 1$$

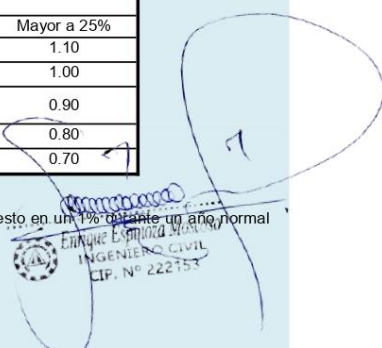
7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 280 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 57000 \times (f'c)^{1/2}$ (En psi)

$E_c = 17000 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 3,115,158.21$ Kg/cm²

$E_c = 3,115,158.21$ Psi

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante = 5.80 %

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$K = 42.62996966$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$

Enrique Espinoza Mancoso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222153

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 7.240 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.174 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right] =$$

$$6.174 \dots \text{Ecuación II}$$

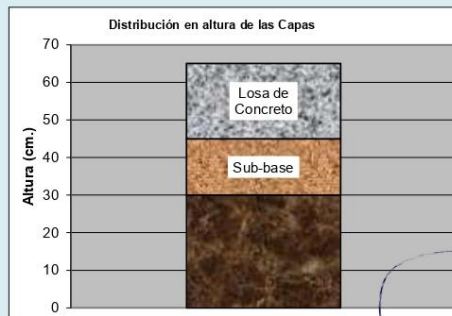
Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 18.39 \text{ Cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	=	20
Sub-Base Granular	=	15

Sub resistente



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montoya Flórez, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
TESISTA	MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

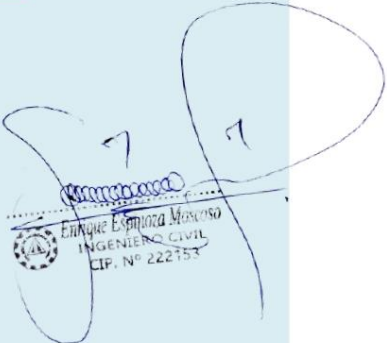
La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times \text{Cd} \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:	
D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	1,174,841.00
ESAL's(W18) =	1.17E+06

Enrique Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 55.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR(Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -0.127$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.350$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

7 7
Eduardo Espinoza Mancera
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_0 = 4.3$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c = 32(F'c)$$

-136.91

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

	Psi	
Autopistas	682.70	
Carretera	682.70	535.46
Zonas Industriales	640.10	
Urbanos principales	640.10	
Urbanos Secundarios	597.40	

$$S'c = 533.83 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad buena de drenaje y esta expuesto en un 1% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 1$$

7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$

[Handwritten signature and stamp]
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 222153

8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 280 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 57000 \times (f'c)^{1/2}$ (En psi)

$E_c = 17000 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 3,115,158.21$ Kg/cm²

$E_c = 3,115,158.21$ Psi

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante = 9.00 %

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

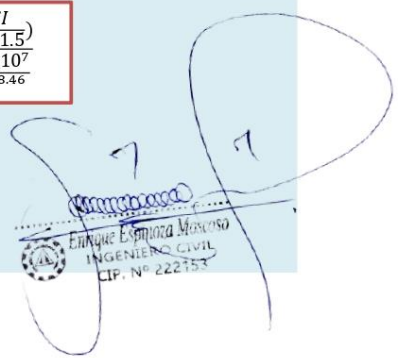
$K = 52.64773175$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 7.160 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.174 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right] =$$

$$6.174 \dots \text{Ecuación II}$$

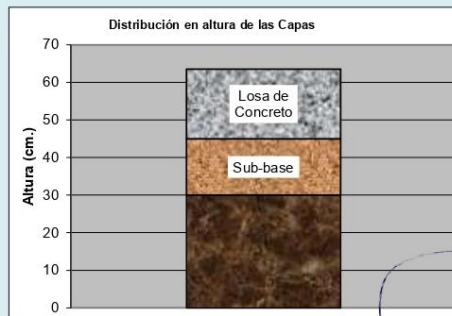
Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 18.19 \text{ Cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	=	18.5
Sub-Base Granular	=	15

Sub-pavante



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montaño Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
TESISTA	MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

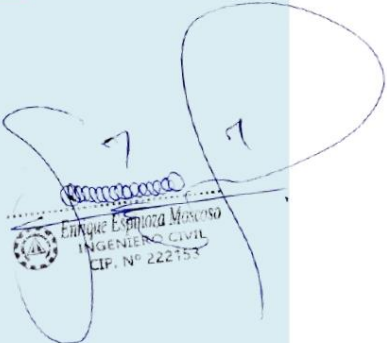
La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:	
D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	1,174,841.00
ESAL's(W18) =	1.17E+06

Enrique Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 55.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR(Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -0.127$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.350$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

7
7
Eduardo Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_0 = 4.3$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_c = 32(F'c)$$

-136.91

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

	Psi	
Autopistas	682.70	
Carretera	682.70	535.46
Zonas Industriales	640.10	
Urbanos principales	640.10	
Urbanos Secundarios	597.40	

$$S'c = 533.83 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad buena de drenaje y esta expuesto en un 1% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 1$$

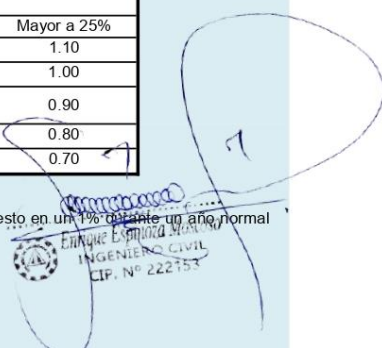
7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 280 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 57000 \times (f'c)^{1/2}$ (En psi)

$E_c = 17000 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 3,115,158.21$ Kg/cm²

$E_c = 3,115,158.21$ Psi

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante = 13.00 %

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

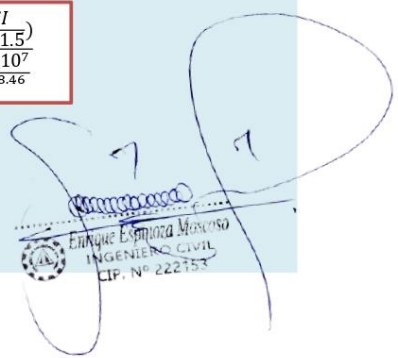
$K = 60.50346359$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 7.105 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.174 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right] =$$

$$6.174 \dots \text{Ecuación II}$$

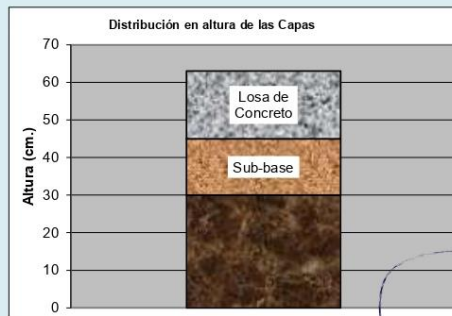
Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 18.05 \text{ Cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	=	18
Sub-Base Granular	=	15

Sub-pavante



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montaño Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
TESISTA	MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

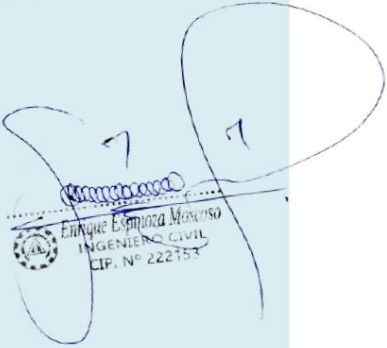
La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times \text{Cd} \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:	
D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	1,174,841.00
ESAL's(W18) =	1.17E+06

Enrique Espinoza Mancuso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 55.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -0.127$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.350$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

7 7
Eduardo Espinoza Mancera
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222753

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_0 = 4.3$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S'c = 32(F'c)$$

-136.91

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

	Psi	
Autopistas	682.70	
Carretera	682.70	535.46
Zonas Industriales	640.10	
Urbanos principales	640.10	
Urbanos Secundarios	597.40	

$$S'c = 533.83 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad buena de drenaje y esta expuesto en un 1% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 1$$

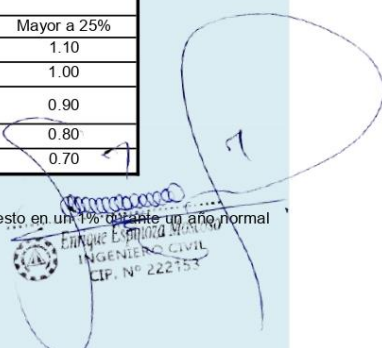
7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 280 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 57000 \times (f'c)^{1/2}$ (En psi)

$E_c = 17000 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 3,115,158.21$ Kg/cm²

$E_c = 3,115,158.21$ Psi

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante = 23.00 %

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$K = 80.67670443$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$

Enrique Espinoza Mancoso
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 222153

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 6.975 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.174 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right] =$$

$$6.174 \dots \text{Ecuación II}$$

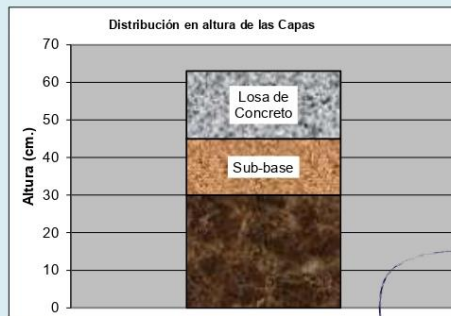
Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 17.72 \text{ Cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	=	18
Sub-Base Granular	=	15

Sub resistente



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montoya Flórez, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



Anexo 8. Caracterización de los lodos de concreto




GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A
LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO
LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023”
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV. CIRCUNVALACION
PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : NOVIEMBRE 2023

MOQUEGUA – PERÚ

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUI-HUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



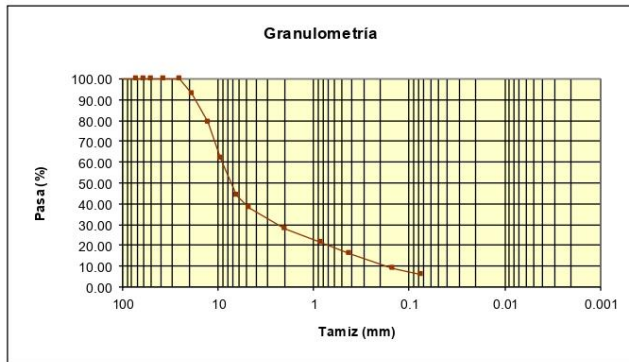
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

SOLICITA : MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	93.00	93.00	7.00	7.00
1/2"	79.22	79.22	20.78	13.78
3/8"	62.13	62.13	37.87	17.09
1/4"	44.06	44.06	55.94	18.07
Nº4	38.00	38.00	62.00	6.06
Nº10	28.01	28.01	71.99	9.99
Nº20	21.14	21.14	78.86	6.87
Nº40	16.03	16.03	83.97	5.11
Nº100	9.11	9.11	90.89	6.92
Nº200	6.00	6.00	94.00	3.11

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	38.00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	6.00 %
D₆₀:	9.15 mm
D₃₀:	2.55 mm
D₁₀ (diámetro efectivo):	0.18 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	49.51
Grado de curvatura (Cc):	3.84



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERT A. PAREDES CHOOL - HUANCRA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 171855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



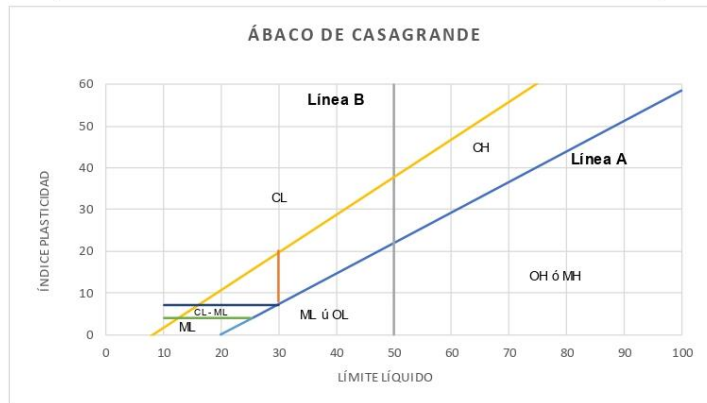
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN SUCS Y AASHTO

SOLICITA : MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO ALASUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023 C-01

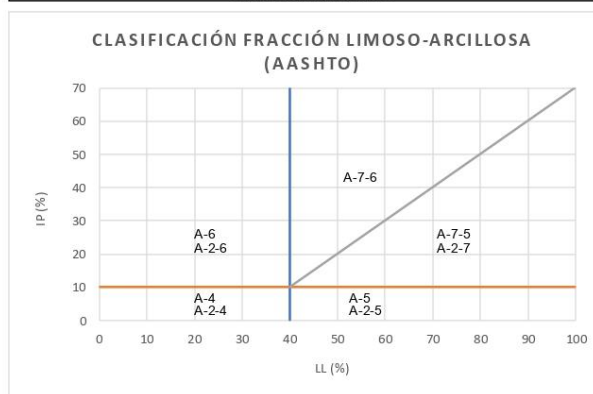
Clasificación S.U.C.S



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo con arena GP GM

Clasificación AASHTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOCU
INGENIERO CIVIL CIP. N° 17855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

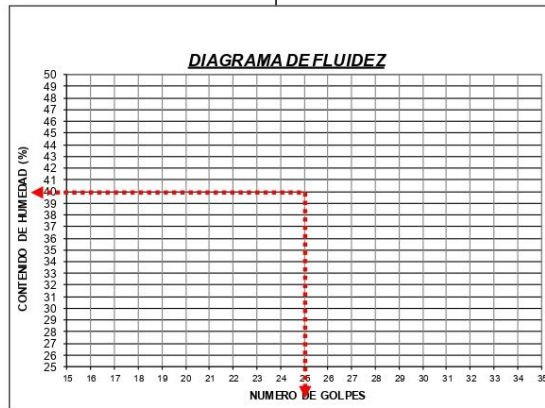
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	NP		
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g			
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g			
PESO DE LA MUESTRA SECA	g			
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	unid.			

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	NP		
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g			
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g			
PESO DE LA MUESTRA SECA	g			
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	0.00%
LIMITE PLASTICO	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	0.00%

OBS :
*LA MUESTRA NO TIENE PLASTICIDAD

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
MILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL N° 27855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



PESO ESPECIFICO

FRACCIÓN FINA DE LODOS DE CONCRETO

SOLICITA : MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023

DESCRIPCION	Unid.	PESOS	FORMULA
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	151.00	a
Peso (fiola + muestra sumerg. en agua)	gr.	437.02	b
Peso (fiola + agua)	gr.	341.00	c
Peso muestra Seca	gr.	145.40	d
Peso muestra sumergida	gr.	96.02	e=b-c
Volumen de la muestra	cm ³	54.98	f=a-e
Peso Especifico Seco (Masa)	gr/cm ³	2.65	d/f
Pesp Especifico Saturado Sup. Seco	gr/cm ³	2.75	a/f

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUI-HUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 127855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



PESO ESPECÍFICO

FRACCIÓN GRUESA DE LODOS DE CONCRETO

SOLICITA : MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023

DESCRIPCION	Unid.	PESOS	FORMULA
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	1200.00	a
Peso (canastilla + muestra) sumergida	gr.		b
Peso canastilla sumergida	gr.		c
Peso muestra Seca	gr.	1205.00	d
Peso muestra sumergida	gr.	755.00	e=b-c
Volumen de la muestra	cm ³	445.00	f=a-e
Peso Específico Seco (Masa)	gr/cm ³	2.71	d/f
Pesp Específico Saturado Sup. Seco	gr/cm ³	2.697	a/f

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

Anexo 9. Certificados de los ensayos de laboratorio



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A
LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO
LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023”
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION
PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE 2023

MOQUEGUA – PERÚ

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA N° 01

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
I.F.E. DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

PROF.	GRAFICO	ESTRATO	CLASIFICACIÓN		LIMITES DE ATTERBERG		DESCRIPCIÓN
		Espesor	AASHTO	SUCS	INDICE DE PLASTICIDAD	HUM. NAT.	
1.50 m		E-01	A-2-4 GRAVA, ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	ARENA LIMOSA CON GRAVA SM	LA MUESTRA TIENE UNA PLASTICIDAD DE 7.89%	3.00 %	ARENA LIMOSA CON GRAVA

OBS.:
*NO SE ENCONTRO NIVEL FREATICO

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

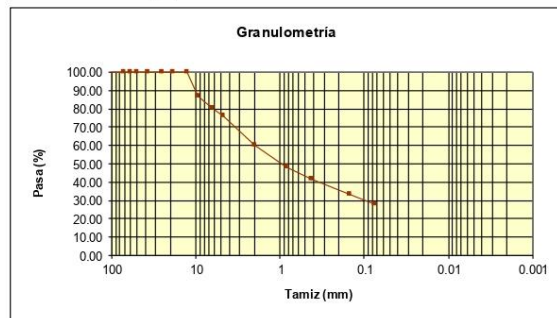
ASTM D422

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	87.00	87.00	13.00	13.00
1/4"	80.30	80.30	19.70	6.70
N°4	76.20	76.20	23.80	4.10
N°10	60.10	60.10	39.90	16.10
N°20	48.00	48.00	52.00	12.10
N°40	41.40	41.40	58.60	6.60
N°100	33.20	33.20	66.80	8.20
N°200	28.00	28.00	72.00	5.20

Límite líquido LL	38.00	%
Límite plástico LP	30.11	%
Índice plasticidad IP	7.89	%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	76.20 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	28.00 %
D60:	1.99 mm
D30:	0.10 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.00 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0.00
Grado de curvatura (Cc):	0.00



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOCOLLA
INGENIERO CIVIL
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



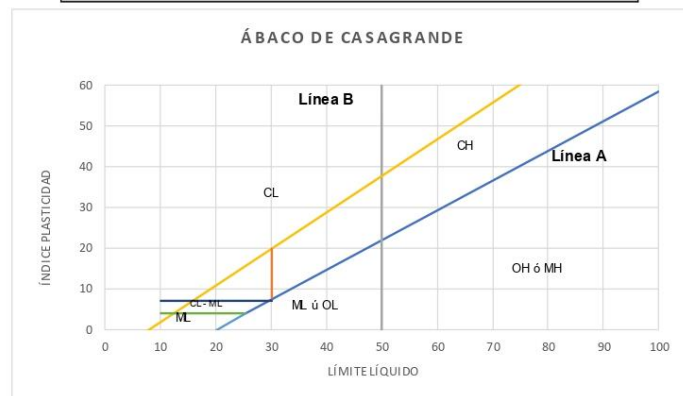
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN SUCS Y AASHTO

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

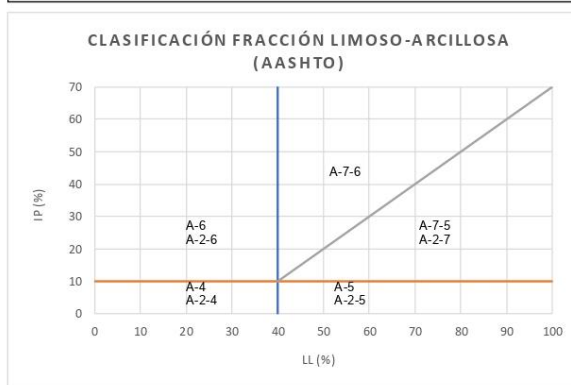
Clasificación S.U.C.S



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena limosa con grava SM

Clasificación AASHTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):

0

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOLLA HUANCÁ
INGENIERO CIVIL CIP N° 177855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO




CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	150.00	150.00
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1150.34	1145.56
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1123.77	1113.96
Peso del agua contenida (gr)	26.57	31.60
Peso de la muestra seca (gr)	973.77	963.96
Contenido de Humedad (%)	2.73 %	3.28 %
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.00 %	

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

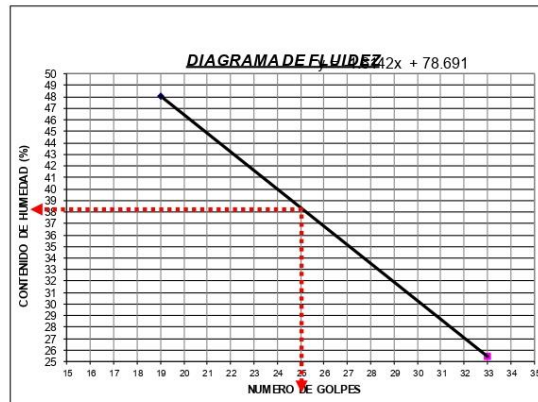
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	25,00	25,00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	44,45	39,85	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	38,14	36,84	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	13,14	11,84	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	6,31	3,01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48,02	25,42	
NUMERO DE GOLPES	unid.	19	33	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	25,00	25,00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	30,22	30,37	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	28,99	29,15	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	3,99	4,15	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1,23	1,22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	30,83	29,40	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	38.00%
LIMITE PLASTICO	30.11%
INDICE DE PLASTICIDAD	7.89%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 7.89% DE PLASTICIDAD.

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
MEMBER CIVIL CIP N° 13,7865
INTE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

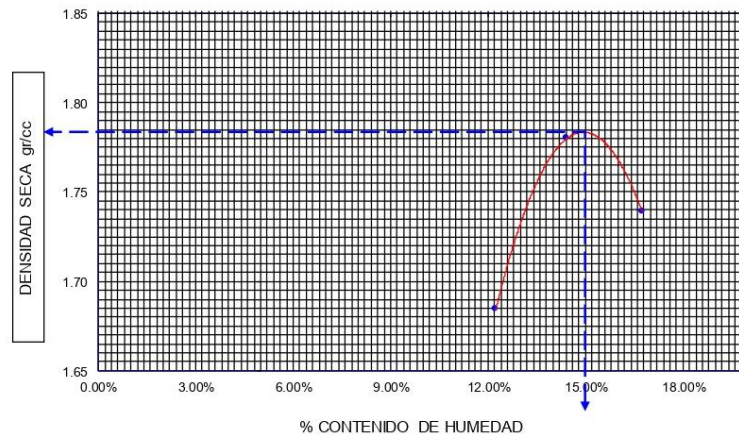
ASTM D1557

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

MOLDEN°	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2200	cm ³
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10600	10922	10908		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4158	4480	4466		
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.890	2.036	2.030		
CAPSULA	N°	5	6	7		
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0		
Peso del Suelo Seco +Tara	gr.	891.0	874.0	856.5		
Peso del Agua	gr.	109.00	126.00	143.50		
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	891.00	874.00	856.50		
Humedad	%	12.23%	14.42%	16.75%		
Promedio de Humedad	%	12.23%	14.42%	16.75%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.684	1.780	1.739		

DENSIDAD SECA : 1.78 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 15 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
MILBERTO MARQUES CHODI - HUANCÁ
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLE MARCA ELE-50	SERIAL Nº	1155-18-20200C	
JOB NUMBER	PRODUCTION	CORRELATION COEF.	-0.999988778
MASTER SERIAL Nº	D-3338	Y(POUNDS)	+9.465227*(D/10)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	10870		11160		12330	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3872.4		4072.2		4147.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.84		1.93		2.00	
% de humedad	14.71		15.29		14.95	
DENSIDAD SECA	1.604		1.671		1.736	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	435.9		433.7		435.0	
Peso del agua	64.1		66.3		65.01	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	435.9		433.7		435.0	
% de humedad	14.71		15.29		14.95	

EXPANSION

FECHA		TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%
10/10/2023	12/10/2023	3	11.60	11.68	0.70	11.60	11.83	2.00	11.62	11.97	3.00


PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2		DIAL	Libras		lbs/Pg2	DIAL
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.1	29	10	2.1	48	16	3.1	58	19
1.27	0.050	0.9	37	12	4.3	69	23	8.1	105	35
1.91	0.075	2.4	51	17	9.5	118	40	16.2	182	61
2.54	0.100	4.0	66	22	13.1	153	51	22.3	240	80
5.08	0.200	22.1	238	79	70.2	693	232	100.4	979	327
7.62	0.300	46.3	467	156	140.4	1357	454	190.1	1828	611
10.16	0.400	78.1	768	257	220.2	2113	706	300.4	2872	960
12.70	0.500	115.4	1121	375	290.1	2774	927	410.1	3910	1307

OBSERVACIONES :

° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 5.8% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

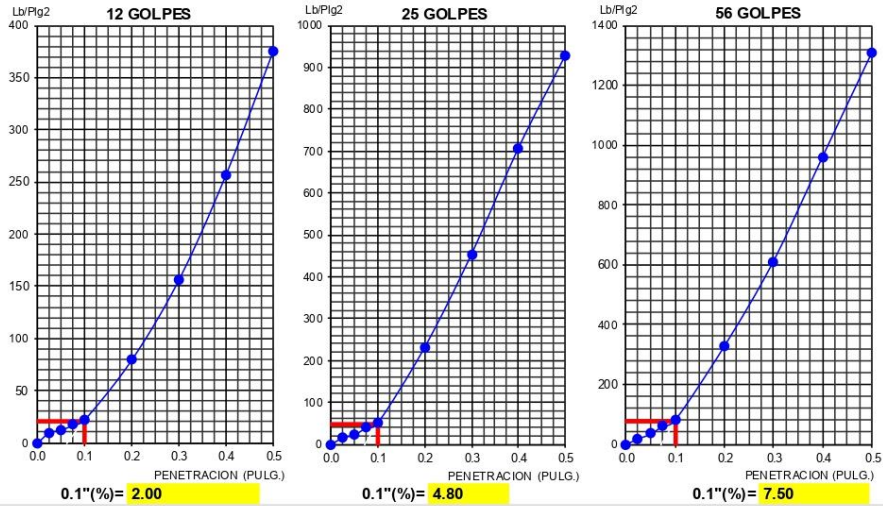

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 13,7855
Jefe de Calidad de Laboratorio

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

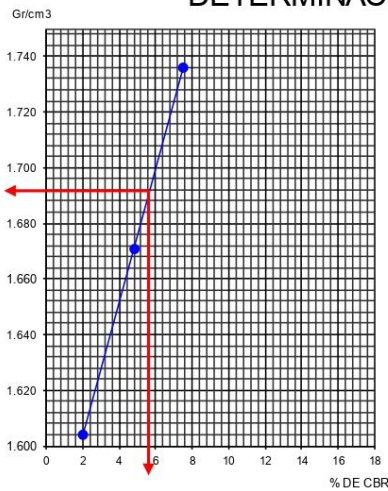
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	1.780	gr/cc.
humedad Optima	15.00	%

CBR AL 95%: **5.8**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA N° 02

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS


PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

PROF.	GRAFICO	ESTRATO	CLASIFICACIÓN		LIMITES DE ATTERBERG	HUM. NAT.	DESCRIPCIÓN
		Espesor	AASHTO	SUCS	INDICE DE PLASTICIDAD		
1.50 m		E-01	A-2-4 GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA	ARENA LIMOSA CON GRAVA SM	LA MUESTRA UNA TIENE PLASTICIDAD DE 10.92%	6.00 %	ARENA LIMOSA CON GRAVA

OBS.:
*NO SE ENCONTRO NIVEL FREATICO

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

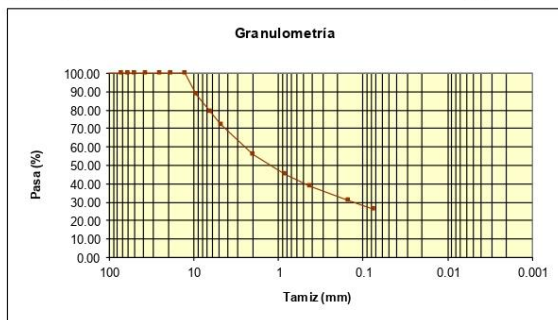
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	89.00	89.00	11.00	11.00
1/4"	79.10	79.10	20.90	9.90
N°4	72.00	72.00	28.00	7.10
N°10	56.21	56.21	43.79	15.79
N°20	45.51	45.51	54.49	10.70
N°40	38.50	38.50	61.50	7.01
N°100	31.00	31.00	69.00	7.50
N°200	26.00	26.00	74.00	5.00

Limite liquido LL	38.00	%
Limite plastico LP	27.08	%
Indice plasticidad IP	10.92	%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	72.00 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	26.00 %
D60:	2.66 mm
D30:	0.13 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.00 mm
Coficiente de uniformidad (Cu):	0.00
Grado de curvatura (Cc):	0.00



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOCOLLA
INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
INTE DE CALIDAD DE LABORATORIO

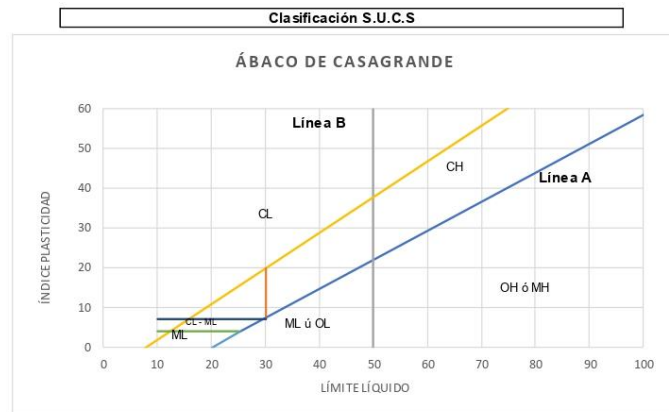


GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

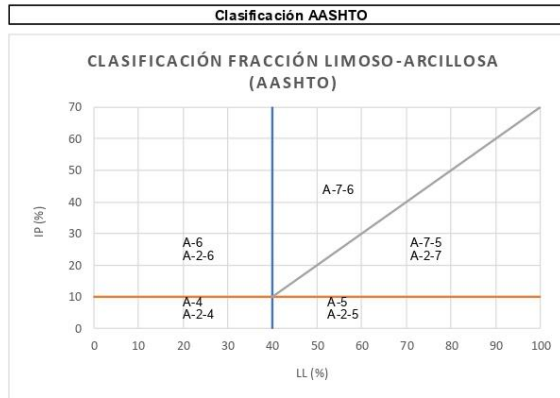
CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN SUCS Y AASHTO

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena limosa con grava SM



Material granular

Excelente a bueno como subgrado
A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG): 0

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOCOLLA
INGENIERO CIVIL N.º 1785
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023”
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	150.00	150.00
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1184.96	1183.99
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1130.97	1120.89
Peso del agua contenida (gr)	53.99	63.10
Peso de la muestra seca (gr)	980.97	970.89
Contenido de Humedad (%)	5.50 %	6.50 %
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.00 %	

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Wilbert A. Paredes Choquehuanca
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

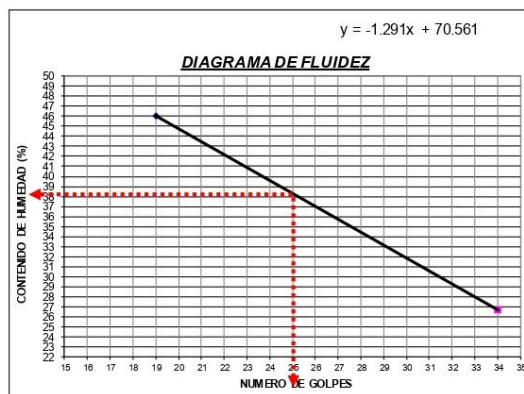
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	44.32	39.82	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	38.23	36.70	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	13.23	11.70	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	6.09	3.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	46.03	26.67	
NUMERO DE GOLPES	unid.	19	34	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 6	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	31.09	31.16	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	29.78	29.86	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.78	4.86	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.31	1.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	27.41	26.75	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	38.00%
LIMITE PLASTICO	27.08%
INDICE DE PLASTICIDAD	10.92%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 10.92% DE PLASTICIDAD.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL N° 13285
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA

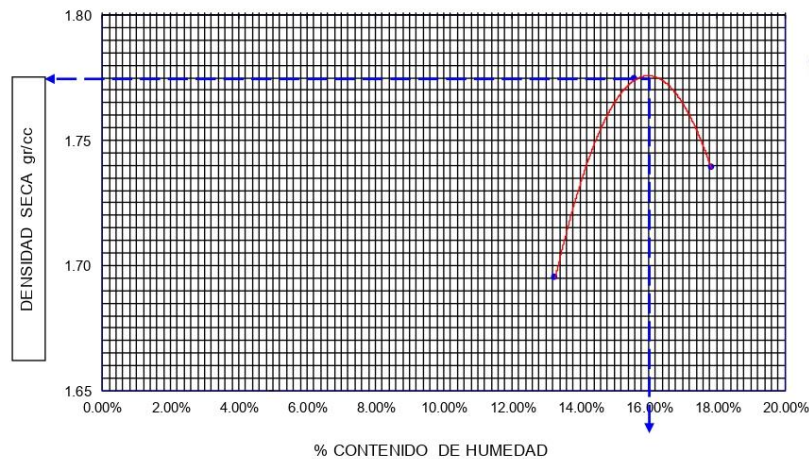
PROYECTO : : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

MOLDE N°	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2200	cm ³
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10665	10954	10950		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4223	4512	4508		
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.920	2.051	2.049		
CAPSULA	N°	5	6	7		
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0		
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	882.9	865.0	848.6		
Peso del Agua	gr.	117.13	135.00	151.43		
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	882.87	865.00	848.57		
Humedad	%	13.27%	15.61%	17.85%		
Promedio de Humedad	%	13.27%	15.61%	17.85%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.695	1.774	1.739		

DENSIDAD SECA : 1.77 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 16 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOCU
INGENIERO CIVIL, CIP N° 137855
SITE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLE MARCA ELE-50		SERIAL Nº	1155-16-20200C
JOB NUMBER	: PRODUCTION	CORRELATION COEF. =	0.999988778
MASTER SERIAL Nº	: D-3338	(POUNDS)	= 9.463227*(D11)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	10860		11148		12349	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3862.4		4060.2		4166.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.83		1.92		2.00	
% de humedad	16.07		16.01		16.04	
DENSIDAD SECA	1.581		1.656		1.727	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	430.8		431.0		430.9	
Peso del agua	69.2		69.2		69.12	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	430.8		431.0		430.9	
% de humedad	16.07		16.01		16.04	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%
10/10/2023	12/10/2023	3	11.60	11.67	0.64	11.60	11.81	1.84	11.62	11.97	3.00

PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.1	29	10	2.0	47	16	3.8	64	22
1.27	0.050	2.0	47	16	5.0	76	25	10.0	123	41
1.91	0.075	5.0	76	25	12.0	142	48	19.0	208	70
2.54	0.100	9.0	114	38	19.0	208	70	35.0	360	120
5.08	0.200	28.0	294	98	70.0	691	231	125.0	1212	405
7.62	0.300	53.0	530	177	140.0	1354	452	220.0	2111	706
10.16	0.400	80.0	786	263	210.0	2016	674	330.0	3152	1054
12.70	0.500	118.0	1145	383	305.0	2915	975	435.0	4146	1386

OBSERVACIONES :
° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 9% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

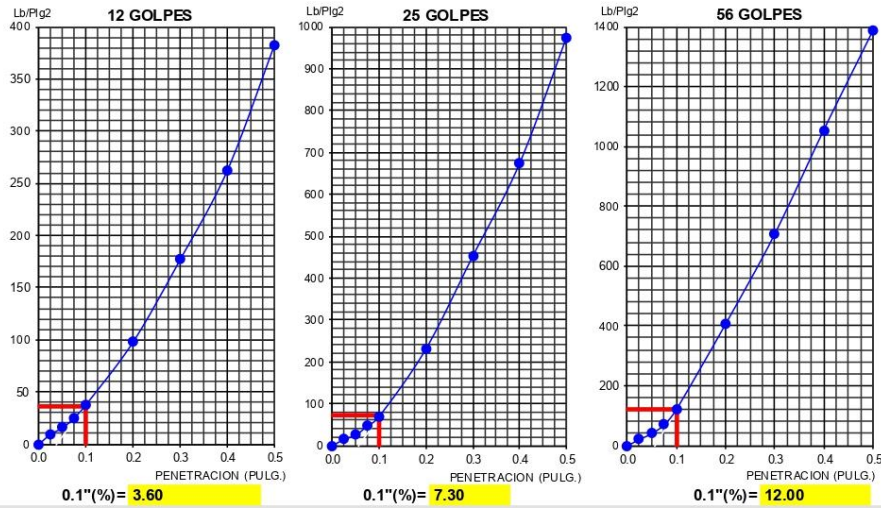

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP Nº 137855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

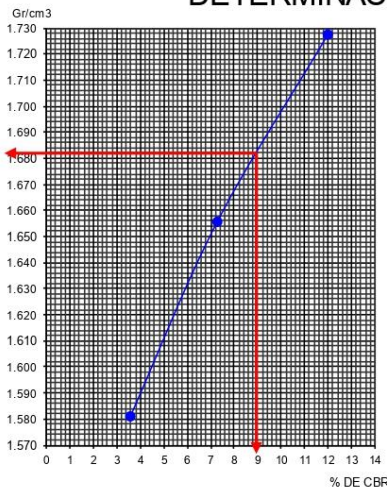
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.770	gr/cc.
humedad Optima	16.00	%

CBR AL 95%: **9.0**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


Handwritten Signature
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 137855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CALICATA N° 03

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



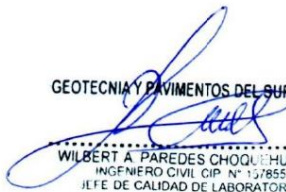
PERFIL ESTRATIGRAFICO

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

PROF.	GRAFICO	ESTRATO Espesor	CLASIFICACIÓN		LIMITES DE ATTERBERG		HUM. NAT.	DESCRIPCIÓN
			AASHTO	SUCS	INDICE DE PLASTICIDAD			
1.50 m		E-01	A-1-b FRAGMENTOS DE ROCA, GRAVA Y ARENA	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO Y GRAVA SP SM	LA MUESTRA NO TIENE PLASTICIDAD		3.00 %	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO Y GRAVA

OBS.:
*NO SE ENCONTRO NIVEL FREATICO

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

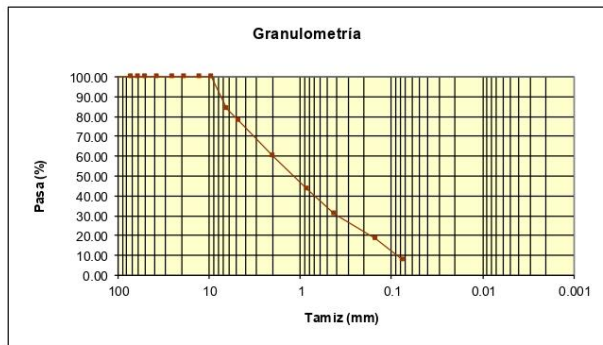
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : : OCTUBRE DEL 2023

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
4"	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	100.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	100.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	84.16	84.16	15.84	15.84
N°4	78.00	78.00	22.00	6.16
N°10	60.05	60.05	39.95	17.95
N°20	43.17	43.17	56.83	16.88
N°40	31.09	31.09	68.91	12.08
N°100	18.15	18.15	81.85	12.94
N°200	8.00	8.00	92.00	10.15

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	78.00 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	8.00 %
D ₆₀ :	2.00 mm
D ₃₀ :	0.40 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	0.09 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	22.44
Grado de curvatura (Cc):	0.89



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOCOLUJANCA
INGENIERO CIVIL EN PAVIMENTOS
INTE. DE CALIDAD DE LABORATORIO

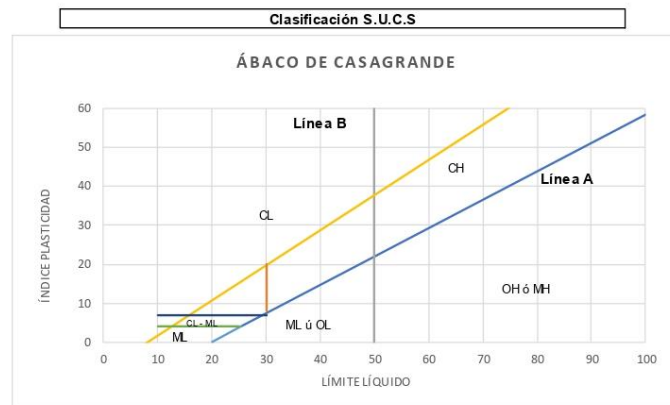


GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

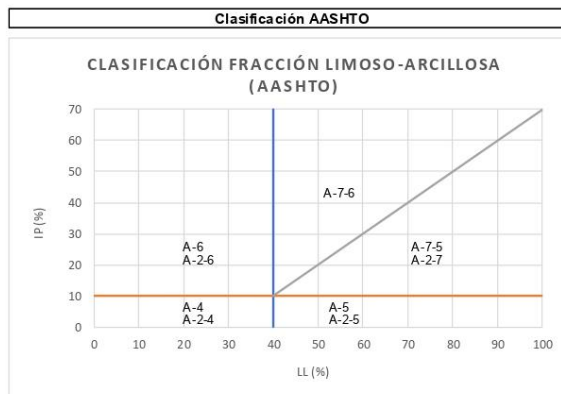
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN SUCS Y AASHTO

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA)
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023" S
FECHA : OCTUBRE DEL 2023



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Arena mal graduada con limo con grava SP SM



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
MILIBES PAREDES CHOCULLUJANCA
INGENIERO CIVIL N° 17855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	150.00	150.00
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1150.36	1145.53
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1123.81	1113.97
Peso del agua contenida (gr)	26.55	31.56
Peso de la muestra seca (gr)	973.81	963.97
Contenido de Humedad (%)	2.73 %	3.27 %
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.00 %	

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

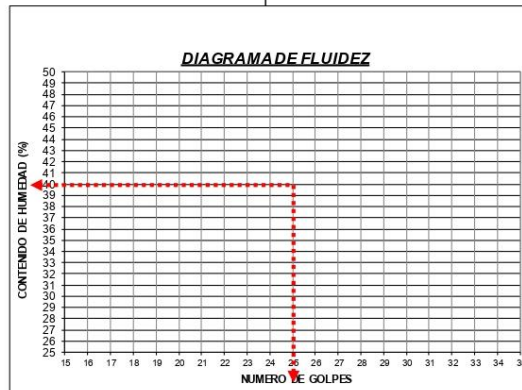
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA : : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	NP		
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g			
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g			
PESO DE LA MUESTRA SECA	g			
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	unid.			

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 6	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	NP		
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g			
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g			
PESO DE LA MUESTRA SECA	g			
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	0.00%
LIMITE PLASTICO	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	0.00%

OBS :
*LA MUESTRA NO TIENE PLASTICIDAD

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 127855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

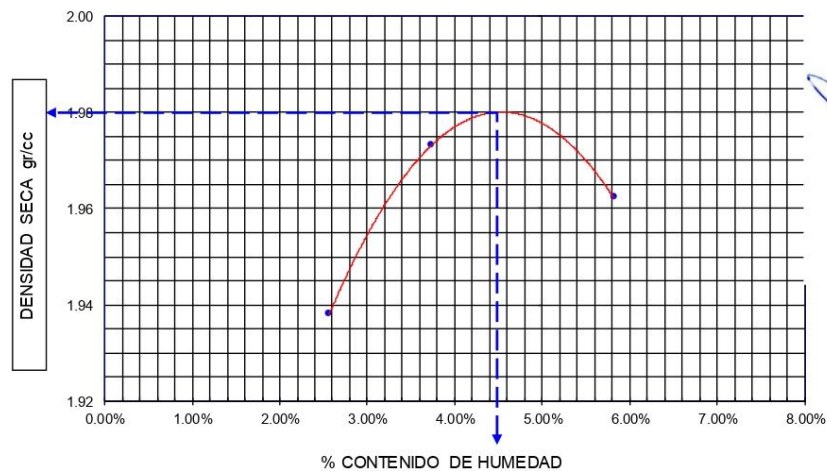
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MOLDEN°	1	VOLUMEN DEL MOLDE		2200	cm3
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10815	10945	11010	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4373	4503	4568	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.988	2.047	2.076	
CAPSULA	N°	5	6	7	
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0	
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	975.0	964.0	945.0	
Peso del Agua	gr.	25.00	36.00	55.00	
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	
Peso del Suelo Seco	gr.	975.00	964.00	945.00	
Humedad	%	2.56%	3.73%	5.82%	
Promedio de Humedad	%	2.56%	3.73%	5.82%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.938	1.973	1.962	

DENSIDAD SECA : 1.98 g/cm3

HUMEDAD OPTIMA : 4.50 %



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP N° 17285
I.E. DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 2053287947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLE/MARCA ELE-50		SERIAL N°	1155-16-20200C
JOB NUMBER	: PRODUCTION	CORRELATION COEF.	= 0.999988778
MASTER SERIAL N°	: D-3338	(POUNDS)	= 9.465227*(D10)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	10960		11205		12430	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3962.4		4117.2		4247.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.88		1.95		2.04	
% de humedad	5.71		5.19		5.04	
DENSIDAD SECA	1.781		1.852		1.945	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	473.0		475.3		476.0	
Peso del agua	27.0		24.7		24.0	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	473.0		475.3		476.0	
% de humedad	5.71		5.19		5.04	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			del			EXPANSION			EXPANSION		
			INICIAL	FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%			
10/10/2023	12/10/2023	3	11.60	11.67	0.56	11.60	11.79	1.60	11.62	11.90	2.40			

PENETRACION

UNIDADES	12 GOLPES					25 GOLPES			56 GOLPES		
	LECTURA	CORRECCION				LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
m.m.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	
0.64	0.025	8.0	104	35	11.0	133	44	28.0	294	98	
1.27	0.050	15.0	170	57	24.0	256	85	47.0	473	158	
1.91	0.075	22.0	237	79	38.0	388	130	65.0	644	215	
2.54	0.100	30.0	312	104	55.0	549	184	88.0	861	288	
5.08	0.200	52.0	521	174	118.0	1145	383	190.0	1827	611	
7.62	0.300	73.0	719	241	190.0	1827	611	310.0	2963	990	
10.16	0.400	98.0	956	320	260.0	2489	832	415.0	3957	1323	
12.70	0.500	122.0	1183	396	318.0	3038	1016	500.0	4761	1592	

OBSERVACIONES :

° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 21% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

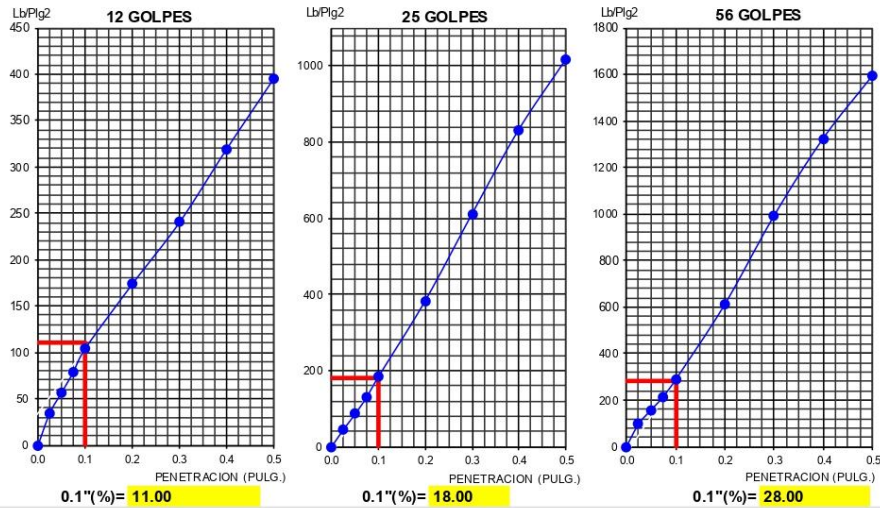
WILBERT A PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

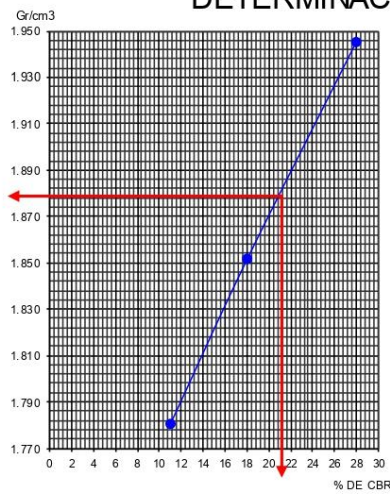
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca	1.980	gr/cc.
humedad Optima	4.50	%

CBR AL 95%: **21.0**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A
LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO
LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE
PEDREGAL, MOQUEGUA 2023”
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV. CIRCUNVALACION
PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE 2023

MOQUEGUA – PERÚ

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

10%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUI - HUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (10%)

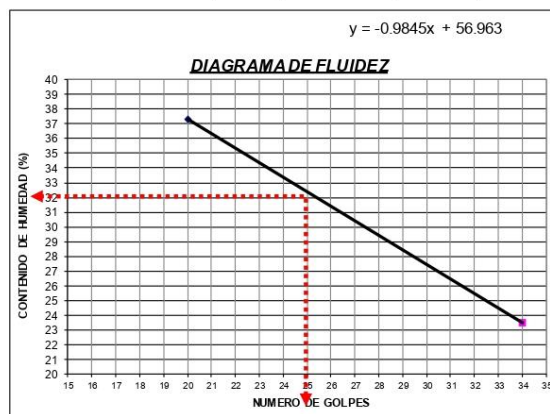
SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESODE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESODE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	43.12	39.51	
PESODE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	38.20	36.75	
PESODE LA MUESTRA SECA	g	13.20	11.75	
PESODE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.92	2.76	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	37.27	23.49	
NUMERO DE GOLPES	unid.	20	34	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11
PESODE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESODE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	30.13	30.57	
PESODE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	29.09	29.42	
PESODE LA MUESTRA SECA	g	4.09	4.42	
PESODE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.04	1.15	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	25.43	26.02	



RESUMEN

LIMITE LIQUIDO	32.00%
LIMITE PLASTICO	25.72%
INDICE DE PLASTICIDAD	6.28%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 6.28% DE PLASTICIDAD.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOCOLICHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
SITE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

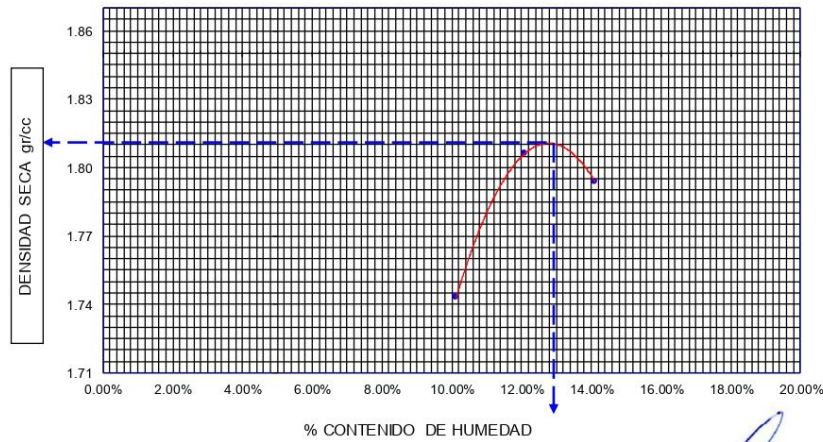
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV. CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MOLDE N°	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2200	cm ³
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10665	10895	10945		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4223	4453	4503		
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.920	2.024	2.047		
CAPSULA	N°	5	6	7		
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0		
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	908.0	892.2	876.3		
Peso del Agua	gr.	91.96	107.80	123.70		
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	908.04	892.20	876.30		
Humedad	%	10.13%	12.08%	14.12%		
Promedio de Humedad	%	10.13%	12.08%	14.12%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.743	1.806	1.794		

DENSIDAD SECA : 1.81 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 13 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

(Signature)
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLIX/MARCA ELE-50		SERIAL N°	1155-18-20200C
JOB NUMBER	PRODUCTION	CORRELATION COEF	-0.899988778
MASTER SERIAL N°	D-3338	Y(POUNDS)	+9.465227*(D11)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	10900		11150		12370	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3902.4		4062.2		4187.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.85		1.92		2.01	
% de humedad	13.12		13.17		13.10	
DENSIDAD SECA	1.639		1.698		1.781	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	442.0		441.8		442.1	
Peso del agua	58.0		58.2		57.90	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	442.0		441.8		442.1	
% de humedad	13.12		13.17		13.10	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			del	EXPANSION			del	EXPANSION		
			A INICIAL	A FINAL	%		A INICIAL	A FINAL	%		A INICIAL	A FINAL	%
11/10/2023	13/10/2023	3	11.60	11.65	0.40	11.60	11.73	1.10	11.52	11.74	1.90		

PENETRACION

UNIDADES	12 GOLPES					25 GOLPES			56 GOLPES		
	LECTURA	CORRECCION				LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0		0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	0.4	32	11		3.1	58	19	8.1	105	35
1.27	0.050	2.1	48	16		8.3	107	36	15.5	175	59
1.91	0.075	5.3	79	26		12.4	146	49	24.3	259	86
2.54	0.100	11.0	133	44		20.1	219	73	35.2	362	121
5.08	0.200	30.4	316	106		80.7	792	265	125.1	1213	405
7.62	0.300	60.2	598	200		160.1	1544	516	215.7	2070	692
10.16	0.400	90.1	881	295		240.2	2302	770	325.2	3107	1038
12.70	0.500	120.5	1169	391		310.8	2970	993	430.1	4100	1370

OBSERVACIONES :

° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 9% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

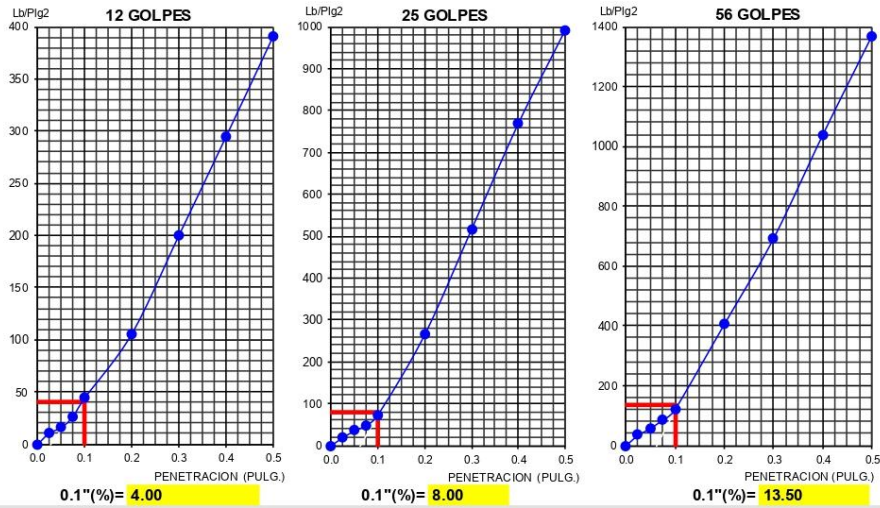

WILBERT A. PAREDES CHOQUI HUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

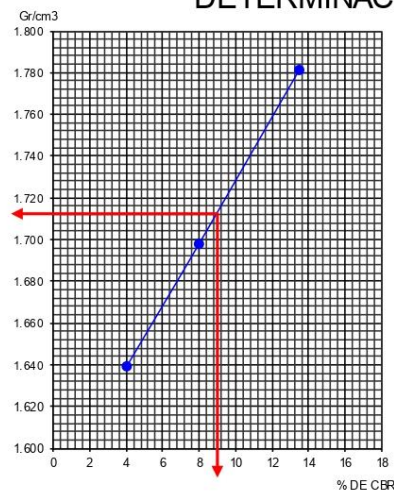
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.810	gr/cc.
humedad Optima	13.00	%

CBR AL 95%: **9.0**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


(Signature)
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

20%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.


WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

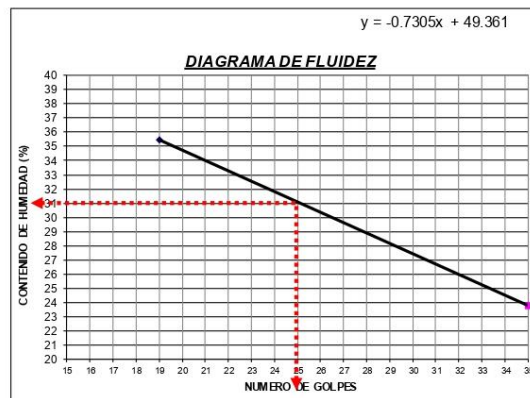
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (20%)

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	42.87	39.62	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	38.19	36.81	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	13.19	11.81	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.68	2.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.48	23.79	
NUMERO DE GOLPES	unid.	19	35	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	30.18	30.64	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	29.11	29.48	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.11	4.48	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.07	1.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.03	25.89	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	31.00%
LIMITE PLASTICO	25.96%
INDICE DE PLASTICIDAD	5.04%

OBS :
°LA MUESTRA TIENE 5.04% DE PLASTICIDAD.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
MILIBER ALVARO REYES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL N° 7855
INTE DE CALIDAD DE LABORATORIO



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

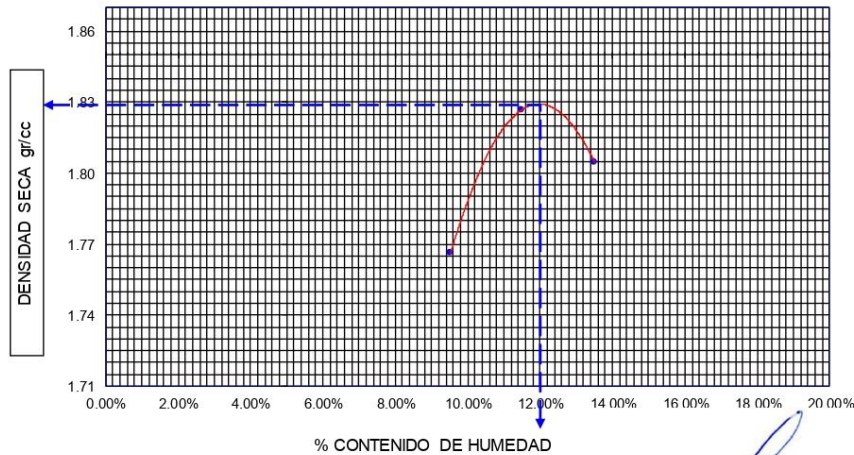
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
UBICACIÓN : CERCA DO MOQUEGUA AV. CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MOLDE Nº	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2200	cm ³
Nº DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	Nº	1	2	3		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10698	10922	10948		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4256	4480	4506		
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.935	2.036	2.048		
CAPSULA	Nº	5	6	7		
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0		
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	913.0	897.0	881.0		
Peso del Agua	gr.	87.00	103.00	119.00		
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	913.00	897.00	881.00		
Humedad	%	9.53%	11.48%	13.51%		
Promedio de Humedad	%	9.53%	11.48%	13.51%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.766	1.827	1.804		

DENSIDAD SECA : 1.83 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 12 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP Nº 157855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLIX MARCA ELE-30		SERIAL N°	: 1155-16-20200C
JOB NUMBER	: PRODUCTION	CORRELATION COEF. #0	: 999988778
MASTER SERIAL N°	: D-5336	Y (POUNDS)	: 9.465227*(D/VI)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	10960		11220		12439	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	3962.4		4132.2		4256.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.88		1.95		2.05	
% de humedad	13.12		13.38		13.17	
DENSIDAD SECA	1.664		1.724		1.809	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	442.0		441.0		441.8	
Peso del agua	58.0		59.0		58.20	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	442.0		441.0		441.8	
% de humedad	13.12		13.38		13.17	

EXPANSION

FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			del	EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	
11/10/2023	13/10/2023	3	11.60	11.62	0.20	11.60	11.69	0.80	11.52	11.67	1.30	

PENETRACION

UNIDADES	12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES			
	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		
mm.	pulg.	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	3.1	58	19	5.8	83	28	10.2	125	42
1.27	0.050	7.4	99	33	13.4	155	52	23.5	251	84
1.91	0.075	14.3	164	55	25.2	267	89	37.1	380	127
2.54	0.100	19.8	216	72	35.1	361	121	55.4	553	185
5.08	0.200	45.2	456	153	95.7	934	312	150.2	1450	485
7.62	0.300	74.4	733	245	170.2	1639	548	240.8	2308	771
10.16	0.400	100.1	976	326	250.1	2396	801	350.1	3342	1117
12.70	0.500	130.2	1261	421	320.2	3059	1023	460.4	4386	1466

OBSERVACIONES :
° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 13% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

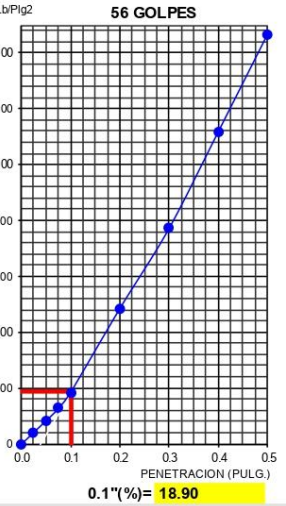
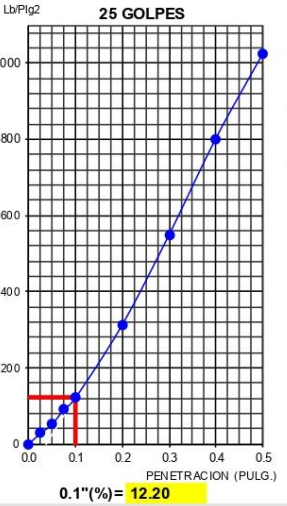
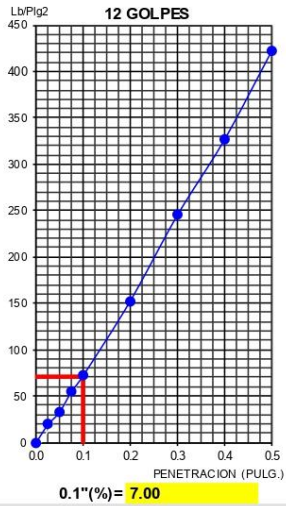

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 15,7855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

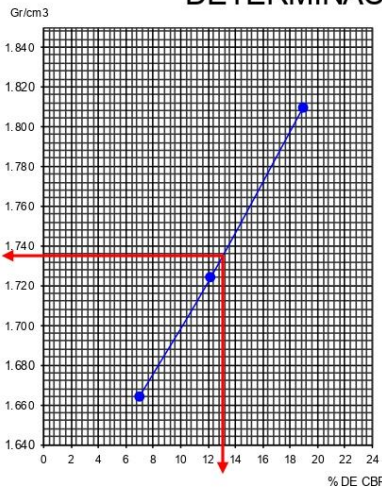
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.830	gr/cc.
humedad Optima	12.00	%

CBR AL 95% : **13.0**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

 WILBERT A. PAREDES CHOQUI HUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP N° 137855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

30%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

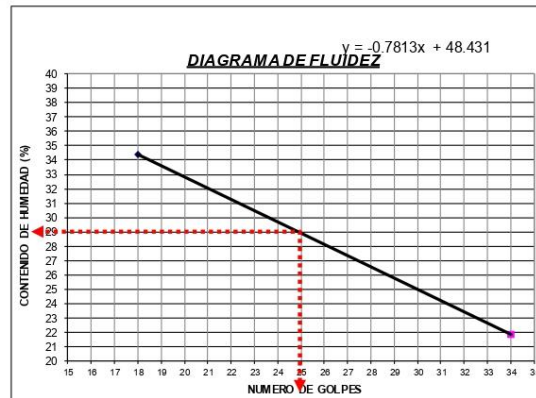
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (30%)

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	42.75	39.49	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	38.21	36.89	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	13.21	11.89	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.54	2.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.37	21.87	
NUMERO DE GOLPES	unid.	18	34	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11
PESO DE LA CAPSULA	g	25.00	25.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA + CAPSULA	g	30.12	30.53	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	29.10	29.44	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.10	4.44	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.02	1.09	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.88	24.55	



RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	29.00%
LIMITE PLASTICO	24.71%
INDICE DE PLASTICIDAD	4.29%

OBS :
*LA MUESTRA TIENE 4.29% DE PLASTICIDAD.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 13,785
INTE DE CALIDAD DE LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

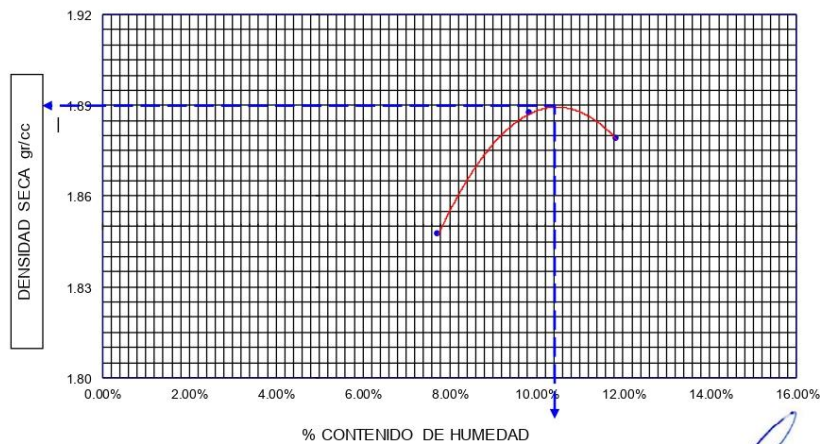
ASTM D1557

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"
UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV. CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MOLDE N°	1	VOLUMEN DEL MOLDE			2200	cm ³
N° DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA			56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10820	11003	11065		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Humedo	gr/cc	4378	4561	4623		
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.990	2.073	2.101		
CAPSULA	N°	5	6	7		
Suelo Humedo + Tara	gr.	1000.0	1000.0	1000.0		
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	928.2	910.3	894.1		
Peso del Agua	gr.	71.80	89.70	105.90		
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	928.20	910.30	894.10		
Humedad	%	7.74%	9.85%	11.84%		
Promedio de Humedad	%	7.74%	9.85%	11.84%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.847	1.887	1.879		

DENSIDAD SECA : 1.89 g/cm³

HUMEDAD OPTIMA : 10.3 %



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

METODO ASTM D - 1883

DATOS DE LA PRENSA CBR			
MULTIPLER MARCA ELE-30		SERIAL N°	: 155-18-20200C
JOB NUMBER	: PRODUCTION	CORRELATION COEF. #0.999988778	
MASTER SERIAL N°	: D-5336	Y (POUNDS)	: 9.465227*(D/1)+28.51739

SOLICITA : BACH. MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO LODOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE EN EL PASAJE PEDREGAL, MOQUEGUA 2023"

UBICACIÓN : CERCADO MOQUEGUA AV.CIRCUNVALACION PASAJE PEDREGAL MOQUEGUA

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO	1		2		3	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
COND. DE LA MUESTRA	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION	SECA	INMERSION
Peso molde + suelo humedo	11040		11260		12430	
Peso del Molde	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del Suelo humedo	4042.4		4172.2		4247.1	
Volumen del Molde	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad humeda	1.92		1.97		2.04	
% de humedad	10.08		10.38		10.13	
DENSIDAD SECA	1.745		1.788		1.855	
Tara + suelo humedo	500.00		500.00		500.00	
Tara + suelo seco	454.2		453.0		454.0	
Peso del agua	45.8		47.0		46.00	
Peso de tara	0.0		0.0		0.0	
Peso del suelo seco	454.2		453.0		454.0	
% de humedad	10.08		10.38		10.13	

EXPANSION


FECHA	FECHA	TIEMPO	EXPANSION			del	EXPANSION			EXPANSION		
INICIAL	FINAL	DIAS	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	A INICIAL	A FINAL	%	
11/10/2023	13/10/2023	3	11.60	11.62	0.17	11.60	11.64	0.34	11.52	11.60	0.70	

PENETRACION

UNIDADES		12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
m.m.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2	DIAL	Libras	lbs/Pg2
0.00	0.000	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.64	0.025	13.7	158	53	14.8	169	56	26.9	283	95
1.27	0.050	25.3	268	90	32.5	336	112	47.6	479	160
1.91	0.075	38.2	390	130	46.3	467	156	67.5	667	223
2.54	0.100	47.1	474	159	66.1	654	219	90.5	885	296
5.08	0.200	90.9	889	297	130.4	1263	422	190.3	1830	612
7.62	0.300	130.2	1261	421	200.9	1930	645	280.2	2681	896
10.16	0.400	170.1	1639	548	270.2	2586	864	380.0	3625	1212
12.70	0.500	215.4	2067	691	340.1	3248	1086	480.3	4575	1529

OBSERVACIONES :
° LA MUESTRA TIENE UN CBR DE 23% .

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

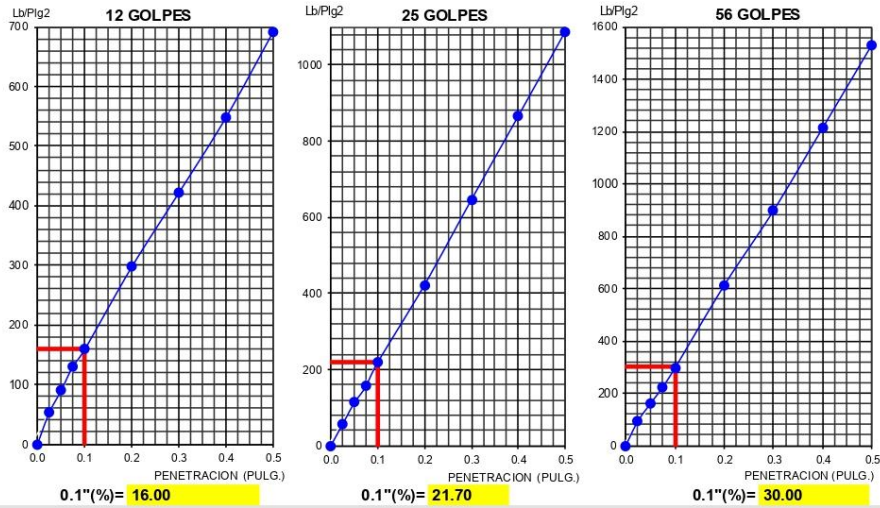

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

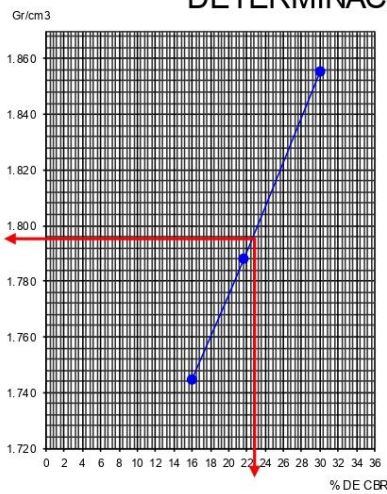
-Teléfono: 979589720
-Correo: geotecniaypavimentosdelsur@hotmail.com
-RUC: 20532877947



ENSAYO DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

Densidad seca :	1.890	gr/cc.
humedad Optima	10.30	%

CBR AL 95%: 23.0

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
 INGENIERO CIVIL CIP N° 157855
 JEFE DE CALIDAD DE LABORATORIO

Anexo 10. Certificados de calibración de los equipos



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2023
Fecha de emisión : 2023-04-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PINZUAR
Modelo de Prensa : PC-160
Serie de Prensa : 204
Capacidad de Prensa : 1000 kN

Marca de indicador : PINZUAR
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : D8811

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
01 - ABRIL - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,1	24,1
Humedad %	46	45

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,234	99,658	0,766	0,342	99,446	0,557	-0,424
200	198,542	198,741	0,729	0,629	198,642	0,684	-0,100
300	297,125	297,458	0,958	0,847	297,292	0,911	-0,111
400	396,258	396,642	0,936	0,840	396,450	0,895	-0,096
500	495,326	496,025	0,935	0,795	495,676	0,872	-0,140
600	594,256	595,987	0,957	0,669	595,122	0,820	-0,288
700	693,178	693,654	0,975	0,907	693,416	0,950	-0,068

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma: 4

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0096x - 0,4016$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

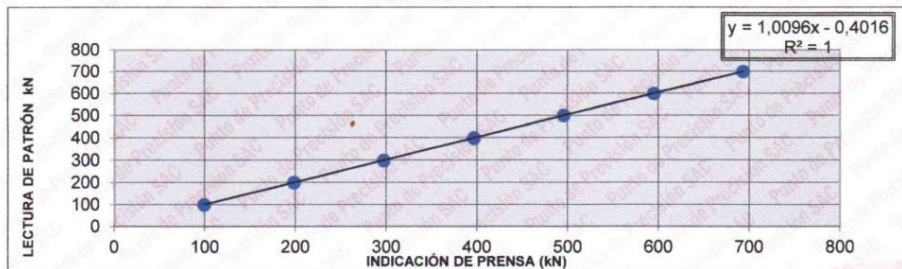
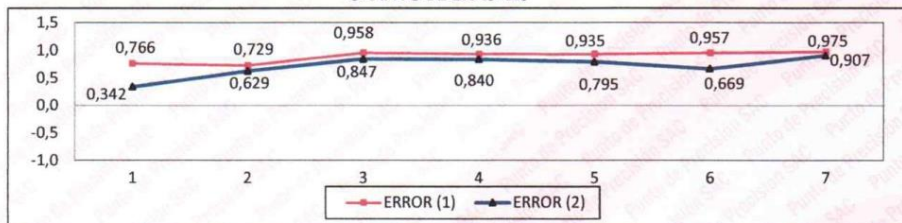
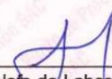


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 073-2023
Fecha de Emisión : 2023-04-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S. LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 8349380697

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-02-01

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

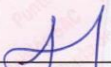
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL. LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,9	24,2
Humedad Relativa	44,0	45,0

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 990 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 0

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24,2	24,2

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	29 999	0,4	-0,9
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
7	14 999	0,4	-0,9	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima				0,9		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

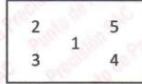


Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,3
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,5	0,0	0,4
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,8	-0,3	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,7	-0,2	-0,2
5		10	0,7	-0,2		10 001	0,6	0,9	1,1

Temp. (°C) Inicial 24,2 Final 24,0

(*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
50,0	50	0,9	-0,4	-0,4	50	0,6	-0,1	-0,1	1
500,0	500	0,6	-0,1	-0,1	500	0,9	-0,4	-0,4	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,3	2 000	0,5	0,0	0,0	1
5 000,0	5 000	0,5	0,0	0,0	5 000	0,8	-0,3	-0,3	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,4	7 000	0,6	-0,1	-0,1	2
10 000,0	10 001	0,6	0,9	0,9	10 000	0,9	-0,4	-0,4	2
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	-0,3	15 000	0,7	-0,2	-0,2	2
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,0	20 000	0,5	0,0	0,0	2
25 000,0	25 000	0,7	-0,2	-0,2	25 000	0,8	-0,3	-0,3	3
30 000,0	30 000	0,9	-0,4	-0,4	30 000	0,9	-0,4	-0,4	3

Temp. (°C) Inicial 24,0 Final 23,9

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,28 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,10 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 2,38 \times 10^{-9} \times R^2}$$

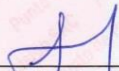
R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2023
Fecha de emisión : 2023-04-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : METROTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 673

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B-C
Serie de Celda : M2D025453
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X2
Serie de Indicador : 0284042

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
01 - ABRIL - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,2	24,1
Humedad %	45	45

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499,55	501,65	0,09	-0,33	500,60	-0,12	-0,42
1000	1003,69	1003,92	-0,37	-0,39	1003,81	-0,38	-0,02
1500	1499,15	1502,41	0,06	-0,16	1500,78	-0,05	-0,22
2000	2001,96	2000,57	-0,10	-0,03	2001,27	-0,06	0,07
2500	2501,01	2500,00	-0,04	0,00	2500,51	-0,02	0,04
3000	3002,37	3001,62	-0,08	-0,05	3002,00	-0,07	0,03
3500	3504,22	3505,15	-0,12	-0,15	3504,69	-0,13	-0,03
4000	4006,35	4007,98	-0,16	-0,20	4007,17	-0,18	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9987x + 0,2569$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

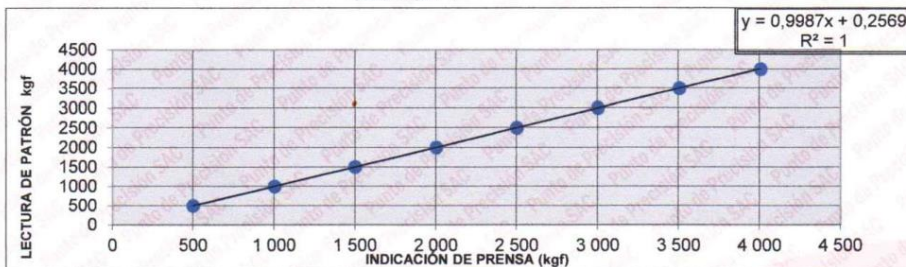
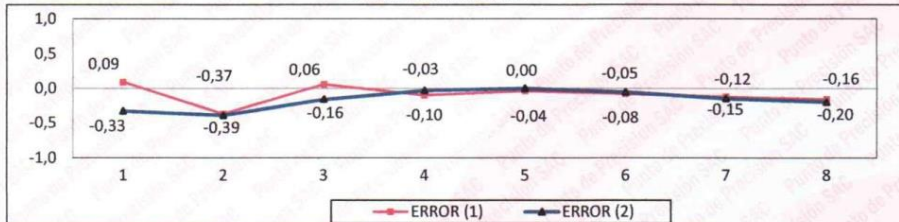
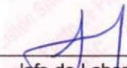


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2023

Laboratorio PP

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2023
Fecha de emisión : 2023-04-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO -
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
01 - ABRIL - 2023

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,4	24,4
Humedad %	44	44

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2023

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							RANURADOR			
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE			EXTREMO CURVADO			
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	53,56	2,38	25,97	46,53	51,14	150,00	125,13	10,13	3,39	13,25
	53,21	2,29	25,82	46,51	51,37	149,99	125,18	10,00	3,28	13,36
	53,35	2,27	25,99	46,55	51,18	150,00	125,06	10,15	3,41	13,85
	53,59	2,42	25,97	46,54	51,07	150,00	125,15	10,05	3,35	13,68
	53,42	2,33	25,95	46,54	51,44	150,02	125,07	10,11	3,19	13,96
	53,47	2,28	25,98	46,39	51,29	150,01	125,12	10,09	3,22	13,25
PROMEDIO	53,43	2,33	25,95	46,51	51,25	150,00	125,12	10,09	3,31	13,56
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	-0,57	0,33	-1,05	-0,49	1,25	0,00	0,12	0,09	1,31	0,06

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	81 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 073-2023
Fecha de Emisión : 2023-04-09

1. Solicitante : **GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**

Dirección : CAL.JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **HENKEL**

Modelo : **NO INDICA**

Número de Serie : **NO INDICA**

Alcance de Indicación : **1 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,01 g**

Procedencia : **NO INDICA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-02-01**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

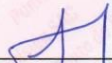
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,7	23,7
Humedad Relativa	45,0	45,0

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 1 000,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 999,62 g para una carga de 1 000,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

0

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,7	23,7

Medición N°	Carga L1= 500,000 g			Carga L2= 1 000,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500,00	0,007	-0,002	1 000,00	0,008	-0,004
2	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
3	500,00	0,005	0,000	999,98	0,003	-0,019
4	500,00	0,008	-0,003	1 000,00	0,009	-0,005
5	500,00	0,006	-0,001	1 000,01	0,007	0,007
6	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
7	500,00	0,005	0,000	999,99	0,003	-0,009
8	500,00	0,007	-0,002	1 000,01	0,008	0,006
9	500,00	0,009	-0,004	999,98	0,004	-0,020
10	500,00	0,006	-0,001	1 000,00	0,007	-0,003
Diferencia Máxima	0,004			0,027		
Error máximo permitido	± 0,2 g			± 0,2 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

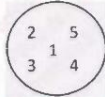


Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	300,001	300,00	0,008	-0,004	-0,004
2		0,10	0,008	-0,003		299,99	0,004	-0,010	-0,007
3		0,10	0,006	-0,001		299,99	0,003	-0,009	-0,008
4		0,10	0,007	-0,002		300,00	0,009	-0,005	-0,003
5		0,10	0,009	-0,004		299,99	0,004	-0,010	-0,006
Temp. (°C) Inicial: 23,7 Final: 23,7									
Error máximo permitido : ± 0,1 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,500	0,50	0,005	0,000	0,003	0,50	0,009	-0,004	-0,001	0,1
5,000	5,00	0,009	-0,004	-0,001	5,00	0,005	0,000	0,003	0,1
50,000	50,01	0,006	0,009	0,012	49,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
70,000	70,01	0,008	0,007	0,010	69,99	0,004	-0,009	-0,006	0,1
100,000	100,01	0,005	0,010	0,013	99,98	0,003	-0,018	-0,015	0,1
150,000	150,01	0,007	0,008	0,011	149,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
200,000	200,01	0,009	0,006	0,009	199,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
500,000	499,99	0,004	-0,009	-0,006	499,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
700,001	699,99	0,003	-0,009	-0,006	699,99	0,003	-0,009	-0,006	0,2
1 000,001	999,99	0,004	-0,010	-0,007	999,99	0,004	-0,010	-0,007	0,2

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,25 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,63 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 4,39 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 11. Boleta por el servicio de ensayos de laboratorio

GEOMETRIA Y PAVIMENTO DEL SUR SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - GEOTECNICA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C. CAL. JORGE CHAVEZ P.J. SAN FRANCISCO MZA. S LOTE. 01 ALTURA DE ANTIGUA MUN. DE SAN FRANCISCO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20532877947 E001 - 271						
Fecha de Emisión:	18/12/2023	Forma de pago: Crédito						
Señor(es):	MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA							
RUC:	10440258013							
Dirección del Receptor de la factura	VILLA PARAIZO MZ.38 LT.04							
Dirección del cliente:	VILLA PARAIZO MZ.38 LT.04							
Tipo de Moneda:	SOLES							
Observación:	-							
Cantidad	Unidad media	Descripción	Valor Unitario	ICBPER				
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE 04 ENSAYOS DE GRANULOMETRIA	120.00	0.00				
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE 01 ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO	35.00	0.00				
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE 07 ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA	385.00	0.00				
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE 06 ENSAYOS DE PROCTOR	1,080.00	0.00				
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE 06 ENSAYOS DE CBR	1,380.00	0.00				
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :		S/0.00						
SON: TRES MIL Y 00/100 SOLES		Sub Total Ventas : S/2,542.37 Anticipo : S/0.00 Descuentos : S/0.00 Valor Venta : S/2,542.37 ISC : S/0.00 IGV : S/457.63 ICBPER : S/0.00 Otros Cargos : S/0.00 Otros Tributos : S/0.00 Monto de redondeo : S/0.00 Importe Total : S/3,000.00						
Información de la detracción								
Leyenda:	Operación sujeta al Sistema de pago de Obligaciones Tributarias con el Gobierno Central							
Bien o Servicio:	022 Otros servicios empresariales							
Medio Pago:	003 Transferencia de fondos							
Nro. Cta. Banco de la Nación:	00141054317	Porcentaje de detracción:	12.00	Monto detracción: S/360.00				
Información del crédito								
Monto neto pendiente de pago :		S/2,640.00						
N° Cuota	Fec. Venc.	Monto	N° Cuota	Fec. Venc.	Monto	N° Cuota	Fec. Venc.	Monto
1	29/12/2023	2,640.00						
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.								

Anexo 12. Reporte de similitud Turnitin

feedback studio

MARBIN ANTHONY MONTALICO CHUA | TESIS FINAL MARBIN

19

Resumen de coincidencias

19 %

1 Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 7 %

2 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 5 %

3 hdl.handle.net Fuente de Internet 2 %

4 link.springer.com Fuente de Internet 1 %

5 repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet <1 %

6 publisher.uthm.edu.my Fuente de Internet <1 %

7 repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet <1 %

8 documentop.com Fuente de Internet <1 %

9 repositorio.umac.edu.pe Fuente de Internet <1 %

10 Aljay Sharma, Neha Shri... Publicación <1 %

11 docplayer.es Fuente de Internet <1 %

1 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

1 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

1 TÍTULO DE LA TESIS

Diseño de pavimento rígido adicionando lodos de concreto a la subrasante en el pasaje Pedregal, Moquegua 2023