



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Ani Sabel Morales Córdova

ASESOR:

M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

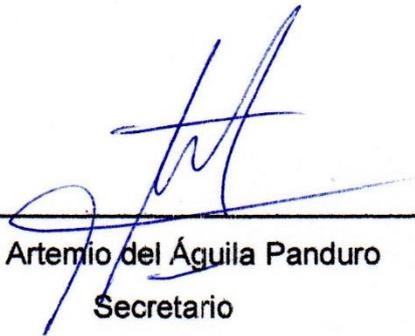
Diseño de infraestructura vial

PERÚ - 2018

Página de jurado



Mg. Juan Fredi Segundo Sota
Presidente



Ing. Artemio del Águila Panduro
Secretario



M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
Vocal

Dedicatoria

A mi padre Renán, quien fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, inculco en mí los deseos de superación y responsabilidad, en él tengo el espejo en el cual me quiero reflejar con sus virtudes infinitas y su gran corazón, no está físicamente pero sé que ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo. A mi madre Eliza, por su apoyo incondicional a lo largo de este camino.

Agradecimiento

A Dios por brindarme salud y bienestar, a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil; quienes impartieron sus conocimientos y enseñanzas, en mi formación profesional. Así mismo a mis compañeros de estudios y amigos, con los que compartí experiencias inolvidables dentro y fuera de las aulas.

Declaración de autenticidad

Yo Ani Sabel Morales Córdova, identificada con DNI N° 71616433, autora de mi investigación titulada "Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018", declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto 19 de Octubre del 2018



Ani Sabel Morales Córdova

DNI N° 71616433

Presentación

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

La investigación está dividida en 7 capítulos:

I. INTRODUCCIÓN. Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

II. MÉTODO. Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

III. RESULTADOS. En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

IV. DISCUSIÓN. Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

V. CONCLUSIONES. Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

VI. RECOMENDACIONES. Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

VII. REFERENCIAS. Se consigna todos los autores de la investigación.

Índice

Página de jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad Problemática.....	13
1.2 Trabajos Previos	13
1.3 Teorías Relacionadas al tema	17
1.4 Formulación del Problema	21
1.5 Justificación del estudio	21
1.6 Hipótesis	22
1.7 Objetivos	22
II. MÉTODO	24
2.1 Diseño de Investigación	24
2.2 Variables, operacionalización.....	24
2.3 Población y muestra	26
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
2.5 Métodos de análisis de datos	27
2.6 Aspectos éticos	27
III. RESULTADOS	28
IV. DISCUSIÓN	51
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57

ANEXOS

Matriz de consistencia

Constancia de autorización donde se ejecutó la investigación.

Acta de aprobación de originalidad

Porcentaje de turnitin

Acta de aprobación de tesis

Autorización de publicación de tesis al repositorio

Autorización de la versión final del trabajo de investigación

Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimento	18
Tabla 2. Suelos de Sub-rasante y Valores Aproximados de k	19
Tabla 3. Operacionalización	25
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
Tabla 5. Numero de calicatas y ubicación	28
Tabla 6. Ensayos estándar de mecánica de suelos	29
Tabla 7. Método para el ensayo de proctor modificado	30
Tabla 8. Ensayos de compactación de mecánica de suelos	30
Tabla 9. Características físicas del agregado grueso	32
Tabla 10. Gradación de la muestra de ensayo	32
Tabla 11. Características mecánicas del agregado grueso	33
Tabla 12. Características generales del jr. Los andes	33
Tabla 13. Conteo y clasificación vehicular obtenida en el Jr. Los Andes	34
Tabla 14. IMD Promedio e IMD proyectado	35
Tabla 15. Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m ³	37
Tabla 16. Proporción de diseño de mezcla por bolsa (en peso)	37
Tabla 17. Proporción de diseño de mezcla por balde (20lts)	38
Tabla 18. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 07 días	38
Tabla 19. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 14 días	39
Tabla 20. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 28 días	40
Tabla 21. Resumen de rotura de especímenes de concreto permeable $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	41
Tabla 22. Resultados de permeabilidad	43
Tabla 23. Índice de serviciabilidad inicial – final	44
Tabla 24. Tráfico de vehículos	45
Tabla 25. Periodo de diseño	45
Tabla 26. Calculo de ESAL para pavimento rígido (METODO AASHTO)	46
Tabla 27. Coeficiente de drenaje	48
Tabla 28. Valores de coeficiente de transmisión de carga	48

Índice de figuras

Figura 1. Ensayos estándar de mecánica de suelos	29
Figura 2. California Bearing Ratio (CBR) 95% – 100%	31
Figura 3. Conteo y clasificación vehicular obtenida en el Jr. Los Andes.....	34
Figura 4. Flujo vehicular por horas obtenido en el Jr. Los Andes.....	35
Figura 5. Índice medio promedio diario e índice medio diario proyectado	36
Figura 6. Cantidad de material en peso	37
Figura 7. Cantidad de material por bolsa en peso	37
Figura 8. Material para diseño de mezcla por balde (20lts)	38
Figura 9. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 07 días	39
Figura 10. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 14 días	39
Figura 11. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 28 días	40
Figura 12. Resultado de resistencia a la compresión	41
Figura 13. Permeámetro	42
Figura 14. Resultados de permeabilidad.....	43
Figura 15. Estructura de pavimento.....	50

Resumen

La investigación presenta todos los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis “Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm², utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018”. Este estudio ha sido realizado con estudios básicos de ingeniería, con la finalidad principal de diseñar un pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm², utilizando agregados de rio Huallaga, con el propósito de que este sea capaz de infiltrar un volumen de agua y mantener la funcionalidad adecuada para su transitabilidad. De acuerdo a los resultados es posible diseñar un pavimento rígido permeable en el Jr. Los Andes con una “resistencia a la compresión” 210 kg/cm²; habiendo obtenido una calle con bajo volumen de tránsito, la estructura de nuestro pavimento estará conformado por una losa de concreto permeable con un espesor de 22.5 cm de mezcla bituminosa y una sub base granularse se realizó las recomendaciones técnicas adecuadas para la aplicación de concreto permeable, métodos de diseño, materiales, propiedades, dosificación de mezcla, para conocimiento de todos los que desarrollan labores empleando concreto.

Palabras claves: Concreto permeable, infiltración, coeficiente de permeabilidad.

Abstract

The research presents all the results obtained during the development of the thesis " Permeable rigid pavement design $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, using the addition of the Huallaga river - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018 ". This study has been carried out with basic engineering studies, with the primary objective of designing a permeable rigid pavement $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, using aggregates from the Huallaga river, with the purpose that it is capable of infiltrating a volume of water and maintain the adequate functionality for its transitivity. According to the results it is possible to design a permeable rigid pavement in the Jr. Los Andes with a compressive strength of 210 kg / cm^2 ; having obtained a street with low volume of traffic, the structure of our pavement will be made up of a permeable concrete slab with a thickness of 22.5 cm of bituminous mixture and a granular subbase, the technical recommendations were made suitable for the application of permeable concrete, design methods, materials, properties, mixing dosage, for the knowledge of all those who work using concrete.

Keywords: Permeable concrete, infiltration, permeability coefficient.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

El distrito de Morales está siendo afectado por un aumento de la población inmigrante que en busca de espacio para construir sus viviendas han dado lugar a las urbanizaciones. Generando así diversas modificaciones tanto urbanas como viales debido a la densidad poblacional existente.

Al mencionar la palabra *pavimentar* lo primero que nos imaginamos es en un concreto asfáltico o concreto hidráulico; lo que ha generado la disminución de áreas permeables, interrumpiendo el ciclo de escorrentía natural del agua que permita la alimentación de los mantos acuíferos, provocando una pérdida de grandes cantidades de aguas pluviales incrementando la escorrentía superficial ya que el agua no filtra en el suelo y es expulsada sin tratamiento a los cauces naturales causando contaminación.

En las temporadas de lluvias se generan caudales de agua excesivos en zonas urbanas que no pueden ser drenados por el sistema de drenaje convencional (cunetas, alcantarillas y colectores) causando inundaciones debido a la inadecuada gestión de aguas pluviales en zonas urbanizadas y para aprovechar al máximo el recurso del agua de las precipitaciones pluviales se realiza esta investigación, mediante una gestión eficiente del agua mejorando la transitabilidad y confort de la población.

Ante este problema se busca elaborar un diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregados de río Huallaga en el Jr. Los andes distrito de Morales, con el propósito de que este sea capaz de infiltrar un volumen de agua y mantener la funcionalidad adecuada para su transitabilidad.

1.2 Trabajos Previos

A nivel internacional

- VIGIL, Marlon. En su trabajo de investigación titulado: *Proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable*. (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador. 2012. Llegó a las siguientes conclusiones:

- El contenido de vacíos del concreto permeable estará comprendido de tres factores importantes (esfuerzo de compactación, forma y superficie de textura de partículas y coeficiente de uniformidad del agregado). Los agregados redondeados producen menos contenido de vacío al mismo esfuerzo de compactación.
 - Para el diseño estructural, se trabajó con el Software AIRPORT.EXE (desarrollado por la PCA). El resultado final que obtuvo del espesor fue el producto de trabajar iterativamente con los valores obtenidos del diseño de mezcla, módulo de reacción k de la subrasante y sub base, vehículo de diseño, módulo de elasticidad estático del concreto. Aunque se desconoce la durabilidad de este sistema de pavimento, se ha tenido a bien diseñar para un período de 20 años.
 - La compactación de la subrasante debe ser comparada con el valor del peso seco máximo del próctor estándar AASHTO T99, debido a que la energía de compactación del suelo no deberá afectar la permeabilidad, factor importante para la exfiltración del agua del sistema de concreto permeable
- PÉREZ, Daniel. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. 2009. Llegó a las siguientes conclusiones:
 - Los resultados de los estudios que realizaron a las mezclas de concreto permeable diseñadas con 15% y 20% de vacíos elaboradas con agregados andesíticos, posibilitan concluir que si satisfacen con las propiedades mecánicas y coeficiente de permeabilidad adecuada para su aplicación en pavimento de tránsito ligero.
 - Las mezclas en estado fresco resultaron con un revenimiento de 0 cm. El peso volumétrico promedio obtenido en las mezclas con 15% de vacíos fue de 1944 kg/cm³, y las mezclas con 20% de vacíos fue de 1899 kg/cm³.
 - Las propiedades de las mezclas de concreto permeable en estado endurecido mostraron valores semejantes a las referencias bibliográficas.

A nivel nacional

- FLORES, Cesar y POCOMPIA, Alexander. En su trabajo de investigación titulado: *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de puno*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú. 2015. Llegaron a las siguientes conclusiones:
 - Se precisó el diseño de mezcla óptimo para el aditamento de tiras de polipropileno. El diseño en el cual se aplicaron agregado grueso de tamaño Huso N° 8. Los valores definidos del coeficiente de permeabilidad y contenido de vacíos, están dentro del rango establecido por el american concrete institute 522 para ser denominado concreto permeable.
 - El esfuerzo a la compresión a los 28 días que obtuvo del diseño óptimo, se incrementó en un 16.7% y 4.2%, al adicionar las tiras de polipropileno en 0.05% y 0.10% respectivamente. Mientras que al agregar las tiras en un 0.15% se redujo el esfuerzo de compresión en un 10.7%. Determina que el óptimo porcentaje de adición de tiras de polipropileno es 0.05% respecto al peso de todos los insumos del diseño de mezcla.
 - El contenido de vacíos en todos los casos de estudio es menor comparado en estado fresco y endurecido. Y la adición de tiras de polipropileno produjo que los valores adquiridos del contenido de vacíos en estado fresco tiendan a disminuir conforme se aumente el porcentaje de tiras añadidas; se observó el mismo resultado pero en estado endurecido.
- Benites, Juan. En su trabajo de investigación titulado: *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera rio Jequetepeque y del aditivo Chemaplast*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Cajamarca, Perú. 2014. Llegó a las siguientes conclusiones:
 - La resistencia a la compresión del concreto que se elaboró con agregado del río Jequetepeque- Chilete a la edad de 28 días es de 7.556 MPa, resultado que estaba dentro del rango que se especifica en la norma American Concrete Institute 522. El coeficiente de permeabilidad es de 0.321 cm/s y se encontró dentro del rango que posee el concreto

permeable, por lo que el uso de estos agregados es aceptable en cuanto a permeabilidad.

- Los bajos resultados obtenidos en su resistencia se debe al agregado por su forma y textura, pues preeminente es alargada y lisa. “El uso del aditivo tipo A mostró resultados positivos para obtener un volumen de pasta adecuado alcanzando una mezcla consistente, en la primera mezcla de prueba no se utilizó el aditivo por ende el volumen de pasta no logro la consistencia requerida para poder unificar las partículas del agregado.

A nivel Local

- MALDONADO, Amelia y PAREDES, Luis. En su trabajo de investigación titulado: *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. 2015. Llegaron a las siguientes conclusiones:
 - Obtuvo un análisis completo de la infiltración de una superficie permeable discontinua en tres escenarios de colmatación, con el fin de disminuir las inundaciones que se dan en la ciudad de Tarapoto y mejorar la transitabilidad de la población.
 - El análisis estadístico que propuso, permitió diagnosticar el comportamiento hidráulico de un pavimento permeable; siendo la variable distancia de infiltración la que más influencia tuvo en todos los modelos de regresión lineal, obtenido para los tres escenarios de colmatación y para la superficie permeable estudiada.
 - Pudo observar que a medida que aumentó la pendiente de la superficie permeable discontinua disminuyó el porcentaje de infiltración acumulado; al aumentar la carga de sedimentos sobre la superficie del pavimento permeable y su inclinación, disminuyó la capacidad de infiltración del pavimento permeable.

1.3 Teorías Relacionadas al tema

1.3.1 Pavimento

“Estructura conformada por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso, nombrado periodo de diseño y dentro de un rango de serviciabilidad” (R.N.E, 2017, p.93).

1.3.2 Diseño de pavimento rígido

El diseño del pavimento rígido implica el estudio de siete factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de carga, nivel de serviciabilidad esperada, y el grado de confiabilidad al que se efectuara el diseño de acuerdo con el grado de importancia de la vía en estudio.

Las variables se han clasificado en cuatro puntos:

- Variables de diseño. Hace referencia al grupo de criterios que deben considerar para el procedimiento de diseño.
- Criterio de comportamiento. Es el conjunto de condiciones o límites, determinado por el usuario, dentro del que el diseño deberá actuar.
- Propiedades de los elementos para el tipo de diseño estructural. Abarca las propiedades de los materiales que hacen parte de la estructura de nuestro pavimento, y sobre el suelo de fundación, requeridas para el diseño estructural.
- Características estructurales. Hace mención a ciertas características físicas en la estructura del pavimento, que tienen efecto sobre su comportamiento. (AASHTO, 1993)

1.3.3 Concreto permeable

Material de estructura porosa con revenimiento y/o asentamiento cero, conformado por cemento Portland, agregado grueso, sin ninguno tipo de finos, aditivos y agua. La combinación de estos insumos origina un material endurecido con poros conectados entre sí, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm lo que permite la infiltración del agua. (ACI 522, 2010, p.2)

1.3.4 Método de diseño

Para el diseño estructural sustentado en teorías se podrá utilizar cualquier método, como las metodologías AASHTO-93 y PCA, usualmente utilizadas en el Perú. Se deberá considerar los siguientes factores efectuara el diseño estructural.

- Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la subrasante.
- Características y volumen del tránsito durante el periodo de diseño.
- Vida útil del pavimento.
- Condiciones climáticas y de drenaje.
- Características geométricas de la vía.
- Tipos de pavimento a usarse.” (R.N.E, 2017, p.87-88)

Tabla 1. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimento.

Tipo de pavimentos		Flexible	Rígido	Adoquines
Elementos				
Sub-Rasante	95% de compactación			
	Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos – Proctor estándar			
Sub-Base	Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas			
	CBR ≥ 40%	100%	100%	CBR ≥ 30%
Base	Compactación Proctor Modificado	100%	100%	Compactación Proctor Modificado
	CBR ≥ 80%	100%	N.A	CBR ≥ 80%
“Imprimación/capa de apoyo”	100%	100%	N.A	100%
	Compactación Proctor Modificado	Penetración de la imprimación ≥ 5mm	N.A	Compactación Proctor Modificado
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm		Cama de arena fina, de espesar comprendido entre 25 y 40 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		≥ 80 mm
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	N.R
Material	Vías locales	Concreto		
	Vías colectoras	asfáltico	MR ≥ 3.4 MPa	f'c ≥ 38MPa
	Vías arteriales	(Preferentement	(34kgf/cm2)	(380 kgf/cm2)
	Vías expresas	e mezcla caliente)		

Fuente: Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos

1.3.5 Ventajas del concreto permeable

- Por su propiedad filtrante, no interrumpe el ciclo hidrológico del agua en las zonas urbanas, haciendo efectiva la filtración de agua pluvial al sub suelo.
- Permite el control de la contaminación de las aguas pluviales, imposibilitando que éstas se deriven hacia el sistema de desagüe y se combine con las aguas residuales. Son purificados los agentes

contaminantes que pueden infectar las aguas subterráneas y dañar ecosistemas.

- Control de escurrimiento del agua pluvial, por ser un material que posee del 15% al 35% de vacíos, no genera islas de calor como el asfalto y concreto hidráulico.
- Evitar la impregnación en los drenajes en época de precipitaciones.
- Es autodrenante y autoventilado, reduce los gradientes térmicos (reflexión mínima de la luz).
- Incrementa la calidad de servicios vehiculares y peatonales para usuarios, durante la lluvia.
- Su peso volumétrico es un 20% a 25% menor que el concreto normal.
- El índice de fisuras del concreto permeable es 25% menor, como resultado de la baja retracción por el porcentaje de vacíos contenidos a diferencia de un concreto convencional. (PACOMPIA, 2015, p.32)

1.3.6 Desventajas del concreto permeable

La utilización del concreto permeable en pisos y pavimentos posee algunas desventajas, como son:

- Pérdida de su infiltración con el paso del tiempo, al impregnarse los espacios vacíos con material fino (material contaminante) por lo que es imprescindible el mantenimiento del mismo, a base de agua a presión.
- Posee una menor resistencia al desgaste que el concreto convencional, por lo que solo debe emplearse en zonas de tráfico ligero. (PACOMPIA, 2015, p.33)

1.3.7 Resistencia de la sub rasante y de la sub base (Modulo K)

El grado de soporte de la sub-rasante y de la sub-base se define en términos del módulo de Weestergaard de reacción de la sub-rasante (k). Este se determina por la carga en N/m² sobre un plato de 760 mm de diámetro, dividida entre la deflexión en milímetros que produce esa carga. El valor de k se expresa en Mega Pascal por metro. Usualmente se correlaciona el valor de k con otros valores de soporte de la sub-rasante. (R.N.E, 2017, p.99)

Tabla 2. *Suelos de Sub-rasante y Valores Aproximados de k*

Tipo de Suelo	Soporte	Rango de Valores de K MPa/m (pci)
Suelos de granos finos en los que predominan las partículas del tamaño de limos y arcillas	Bajo	20-34 (75-120)
Arenas y mezclas de arenas – gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	35-49 (130-170)
Arenas y mezclas de arenas-gravas relativamente libre de finos plásticos	Alto	50-60 (180-220)

Fuente: Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos

1.3.8 Agregados

- **Definición**

“Conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural extraídas directamente de los ríos o artificial que son producto de la intervención de maquinaria para su respectivo triturado, cuyas medidas están comprendidas en la NTP 400.011. Son la fase discontinua del concreto” (RIVVA, 2010, p.66).

- **Agregado grueso**

El agregado grueso podrá consistir de partículas de roca partida, grava natural o triturada. El agregado grueso usado tiene que ser de tamaño uniforme. Las granulometrías del agregado usadas en el concreto permeable generalmente son de entre 3/4 y 3/8 pulgadas (19 y 9.5 mm). El agregado utilizado debe cumplir con los requisitos de ASTM D448 y C33. (ACI 522, 2010, p.6)

1.3.9 Cemento

“Se define como cemento al material pulverizado que posee la propiedad que por adición de agua, forman una pasta conglomerante que puede endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos permanentes” (RIVVA, 2000, p.30).

1.3.10 Agua

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr: la formación del gel, permitir que el conjunto de la masa adquiera propiedades que en estado no endurecido favorezcan una adecuada manipulación y colocación de la misma. En estado endurecido la transformen en un producto de las propiedades y características requeridas. El agua que se utilizará en la preparación del concreto deberá ser potable, tal y cual lo indica la Norma Técnica Peruana 339.088. (RIVVA, 2000, p.254)

1.3.11 Aditivo

Un aditivo es descrito, tanto por el comité 116 del ACI como por la NTP C125, como un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es utilizado como un insumo del concreto, y es agregado rápidamente antes o durante su mezclado. Los aditivos se utilizan como un insumo más del concreto, los cuales se añaden durante el mezclado a fin de:

Mejorar una o algunas de sus propiedades, con la finalidad de permitir que sean adecuados al trabajo que se está realizando

b) Facilitar su colocación.

c) Reducir los costos en su elaboración. (RIVVA, 2000, p.264)

1.3.12 Porosidad

“El contenido de vacíos se obtiene como un porcentaje y está relacionado directamente con el peso volumétrico de una mezcla dada de concreto permeable” (PEREZ, 2009, p.32).

1.3.13 Permeabilidad

Es una propiedad que posibilita la filtración de un fluido, a través de sus espacios interconectados. La permeabilidad es uno de los ensayos más relevantes de esta investigación, porque va permitir conocer un parámetro muy importante que es el coeficiente de permeabilidad, el cual representa a nuestro concreto. Factores que influyen en la permeabilidad del concreto:

- a) Materiales: cemento (cantidad, finura y composición); agua (cantidad, pureza); agregados (cantidad, tipo, tamaño y graduación, contenido de humedad); aditivos (cantidad, finura y composición).
- b) Métodos de preparación (Mezclado, compactación y acabado final).
- c) Tratamiento posterior (fraguado, curado y condición de ensayo). (PEREZ, 2009, p.37)

1.3.14 Resistencia a la compresión

Es una característica importante para nuestro concreto, con dicho estudio se determinara la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión para definir la carga que resiste. Se determinara de acuerdo a la norma ASTM C39 y la NTP 339.034. (PEREZ, 2009, p.33)

1.4 Formulación del Problema

¿Sera posible elaborar un diseño de pavimento rígido permeable $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga – Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2018?

1.5 Justificación del estudio

Justificación teórico

Desde el punto de vista teórico la investigación se justifica porque se busca conocer la capacidad de infiltración del agua y el comportamiento mecánico de un concreto permeable $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, elaborado con agregado de rio Huallaga.

Justificación practica

En la práctica se justifica porque los resultados de la investigación servirán como antecedente para la fabricación de un pavimento rígido a base de concreto permeable.

Justificación por conveniencia

Se justifica que se elabore el diseño de un pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en el Jr. Los Andes en el distrito de Morales, aportando de manera positiva, mejores características mecánicas y permeables.

Justificación social

Se justifica que se elabore el diseño de un pavimento rígido que permitirá que el agua de las precipitaciones pluviales se filtre directamente hacia el subsuelo, reduciendo el escurrimiento de agua, remueva algunos contaminantes y mejore la calidad del agua que ayudará a satisfacer las necesidades de un tránsito fluido.

Justificación metodológica

Desde un punto de vista metodológico, la investigación se justifica porque se desarrollará con un procedimiento para elaborar el diseño de mezcla de concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimento, utilizando agregado de río Huallaga.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Si se podrá elaborar el diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga – Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Elaborar el diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$, utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2018.

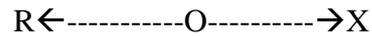
1.7.2 Objetivo específicos

- Realizar calicatas y toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos en el Jr. Los Andes, distrito de Morales, como elemento de soporte para el pavimento rígido permeable.
- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados procedentes de río Huallaga.
- Determinar el índice medio diario en el Jr. Los Andes – Morales.
- Elaborar un diseño de mezcla de concreto permeable de un $f'c=210$ kg/cm².
- Determinar la resistencia a compresión del concreto permeable a los 7, 14 y 28 días.
- Determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

El diseño de investigación a elaborar es experimental, debido a que se manipulara la independiente para ver los efectos en la variable dependiente, de tipo experimental puro ya que se realizaran ensayos de laboratorio para diseñar un pavimento rígido de concreto permeable. (TABOADA, 2017, p.4)



R= Agregado de Río Huallaga

O=Observación

X= Pavimento rígido permeable

2.2 Variables, operacionalización

Variables

- Variable Independiente

Agregado de rio Huallaga

- Variable dependiente

Pavimento rígido permeable

Tabla 3. Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Agregado de rio Huallaga	Conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial. Son la parte discontinua del concreto. N.T.P 400.011	Material que se evaluara y caracterizara en función a las Normas técnicas peruanas para determinar el efecto que tiene la utilización de este material en el diseño de un pavimento rígido de estructura porosa.	Evaluación Física	-Granulometría -Contenido de humedad -Peso específico -Absorción -Densidad	Continua
			Evaluación Mecánica	-Desgaste de abrasión	
Pavimento rígido permeable	Consiste básicamente en una losa de concreto de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, aditivos y agua, apoyada directamente sobre una base o sub base. ACI 522	Es el producto del diseño de mezcla en la que se utilizará el agregado de la cantera rio Huallaga para su posterior evaluación de acuerdo a las Normas técnicas peruanas y al ACI-522	Índice medio diario	-Transito	Ordinal
			Estudio de mecánica de suelos	-Humedad natural - Granulometría -Limite líquido y plástico -CBR -Próctor modificado -Coeficiente de permeabilidad	Continua
			Permeabilidad	-Rotura de especímenes de concreto	Continua
			Resistencia a la compresión		

2.3 Población y muestra

Población

La población de esta investigación será el Jr. Los Andes desde la cuadra 01 hasta la cuadra 09 del distrito de Morales.

Muestra

La muestra será no probabilística y comprende las zonas más críticas identificadas en el Jr. Los Andes, cuadras 2,4, 6 y 9 en donde se encuentra presencia de material fino y materia orgánica en las primeras capas y la acumulación de ellas cuando se presentan lluvias.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 4. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

TECNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Estudio de mecánica de suelos	Formatos de ensayo de laboratorio	-Norma Técnica Peruana -ASTM
Análisis físico y mecánico del agregado grueso	Formatos de ensayo de laboratorio	-Norma Técnica Peruana -ASTM
Índice medio diario	Formato de conteo	Ministerio de Transportes y comunicaciones
Elaboración del diseño de Mezcla	Formatos de ensayo de laboratorio	ACI 522
Determinación de resistencia a la compresión del concreto permeable	Formatos de ensayo de laboratorio	Norma Técnica Peruana -ASTM -MTC
Determinación de la permeabilidad	Formatos de ensayo de laboratorio	-ACI 522
Trabajo de gabinete	Material y equipo de oficina	Información adquirida

Fuente: Tipos de instrumentos aplicados a la investigación

Validez y confiabilidad

Para nuestra investigación no es necesario la validación de nuestros instrumentos, puesto que los formatos utilizados ya están estandarizados y normados por las instituciones que a continuación se mencionan.

- Formatos de laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV – Tarapoto
- Ministerio de transporte y comunicaciones
- American concrete institute 522

2.5 Métodos de análisis de datos

Estudio de mecánica de suelos, comprenderá ensayos necesarios establecidos en la norma técnica peruana, para el posterior diseño de pavimento.

Evaluación físico y mecánico del agregado, con la norma técnica peruana y normas del ASTM se evaluará el estado físico y mecánico del agregado grueso procedente del río Huallaga

Evaluación del tránsito en Jr. Los Andes, se aplicará el índice medio de demanda diario en el Jr. Mencionado para poder establecer el tránsito y de esta manera poder diseñar un pavimento rígido de concreto permeable.

Elaboración del diseño de mezcla, comprenderá ensayos de laboratorio establecidos en la NTP y el ACI 522, para poder establecer un diseño óptimo con la resistencia requerida para la realización del diseño de pavimento rígido.

Evaluación resistencia a compresión de concreto permeable, para poder utilizarlo dentro del diseño de un pavimento rígido, comprenderá pruebas en laboratorio establecidos en la NTP.

Evaluación de permeabilidad, comprenderá ensayos de laboratorio necesarios establecidos en el American Concrete Institute 522.

2.6 Aspectos éticos

Se respetará la información como confidencial, debido a que en el curso de la recopilación teórica, se utilizó la norma ISO 0690, para avalar los derechos de autor de las referencias bibliográficas

III. RESULTADOS

3.1 Resultados de mecánica de suelos

Se realizó el estudio en base a la exploración de 04 calicatas, las cuales han sido realizadas a cielo abierto, lo cual ha permitido determinar el registro de excavación de cada una de estas, así como la extracción de muestras alteradas e inalteradas para realizar los ensayos de laboratorio de los suelos representativos, con el fin de obtener las principales características físicas y parámetros requeridos en el diseño de pavimento.

El área de estudio esta ubica específicamente en el Jr. Los Andes, Distrito de Morales dicho jirón está formado por 09 cuadras, teniendo una longitud total de 941m, para el trabajo de campo se contó con la participación de 01 peón, se identificó, midió y describió los distintos tipos de suelos encontrados.

Tabla 5. *Numero de calicatas y ubicación*

Calicata	Profundidad (m)	Ubicación
C-1	1.5	Cdra.2
C-2	1.5	Cdra.4
C-3	1.5	Cdra.6
C-4	1.5	Cdra.9

No se presenciaron niveles freáticos en ninguna de las excavaciones realizadas.

Ensayos estándar de mecánica de suelos

Las muestras extraídas han sido clasificadas de acuerdo al AASHTO y SUCS. De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se obtiene la siguiente clasificación para los ocho estratos extraídos en campo.

Tabla 6. *Ensayos estándar de mecánica de suelos*

Calicata	Clasificación		Contenido de humedad (%)	LL	LP	IP
	AASHTO	SUCS				
E-2	A-4(0)	SC	12.55	25.40	18.25	7.15
C-1	E-3	A-4(0)	12.42	23.16	17.41	5.75
	E-2	A-2-4(0)	10.21	22.94	16.43	6.51
C-2	E-3	A-4(0)	13.87	25.39	17.17	8.22
	E-2	A-2-4(0)	10.48	23.11	17.25	5.86
C-3	E-3	A-4(1)	15.51	26.42	18.39	8.03
	E-2	A-2-4(0)	11.43	22.30	15.48	6.82
C-4	E-3	A-4(1)	14.21	26.28	18.45	7.83

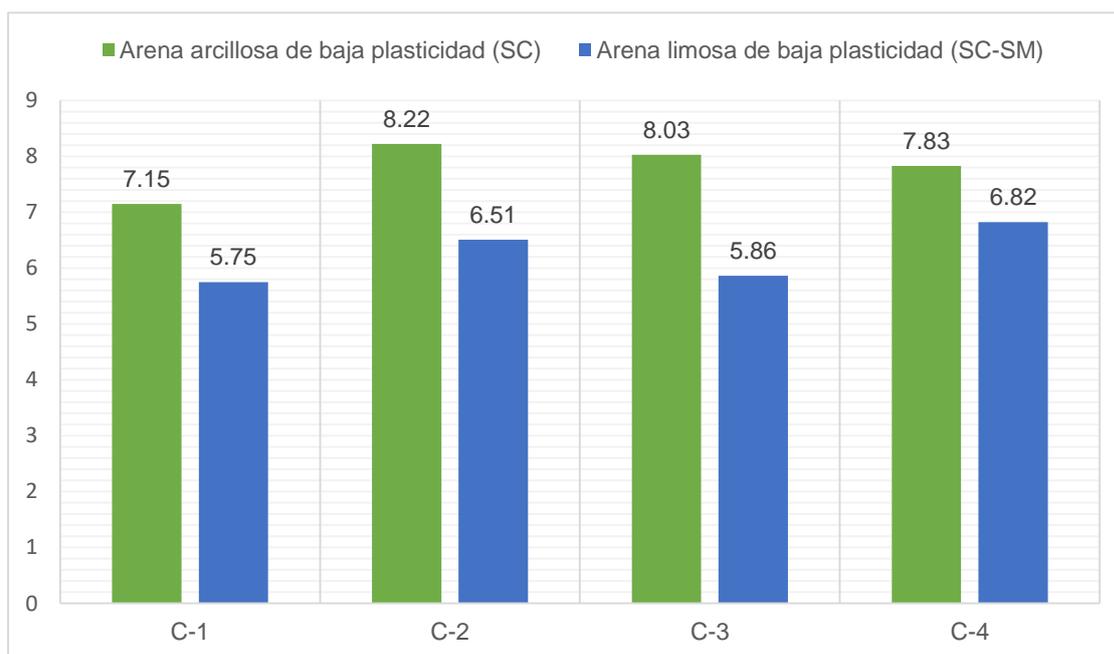


Figura 1. *Ensayos estándar de mecánica de suelos*

En la tabla número 6 y la figura 1 se muestra los siguientes resultados, que el tipo de suelo predominante en los 08 estratos obtenidos viene hacer la arena arcillosa limosa de baja plasticidad (SC-SM).

Ensayos de compactación de mecánica de suelos

Se tiene como ensayos específicos realizados Próctor Modificado (AASHTO T180-01) y California Bearing Ratio (CBR) (AASHTO-T193-63). De acuerdo a la norma técnica peruana existen 4 métodos para realizar el ensayo de proctor modificado, para la investigación se utilizó el método A, donde se colocó la muestra a una cantidad específica de agua seleccionada en cinco capas dentro de un molde de dimensiones particulares con cada capa compactada a 25 golpes.

Tabla 7. Método para el ensayo de proctor modificado

	Método A	Método B	Método C	Método D
Material	Pasa tamiz N°04	Pasa tamiz N°04	Pasa tamiz N°04	Pasa tamiz N°04
Molde usado	4"	6"	4"	6"
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes por capa	25	56	25	56
Volumen del molde sin collar	1/30pie ³	1/13.33pie ³	1/30pie ³	1/13.33pi ³
Energía de compactación en libras/pie por cada pie ³	55.250	55.986	56.250	55.968

Fuente: Norma técnica peruana 339.137

Tabla 8. Ensayos de compactación de mecánica de suelos

	Calicata	C-1	C-2	C-3	C-4
Próctor modificado	Densidad máxima (grs/cm³)	1.89	2.00	1.99	1.99
	Humedad óptima %	8.15	7.30	6.50	7.5
CBR	95%	7.74	14.20	15.38	15.00
	100%	9.90	18.52	21.35	18.80

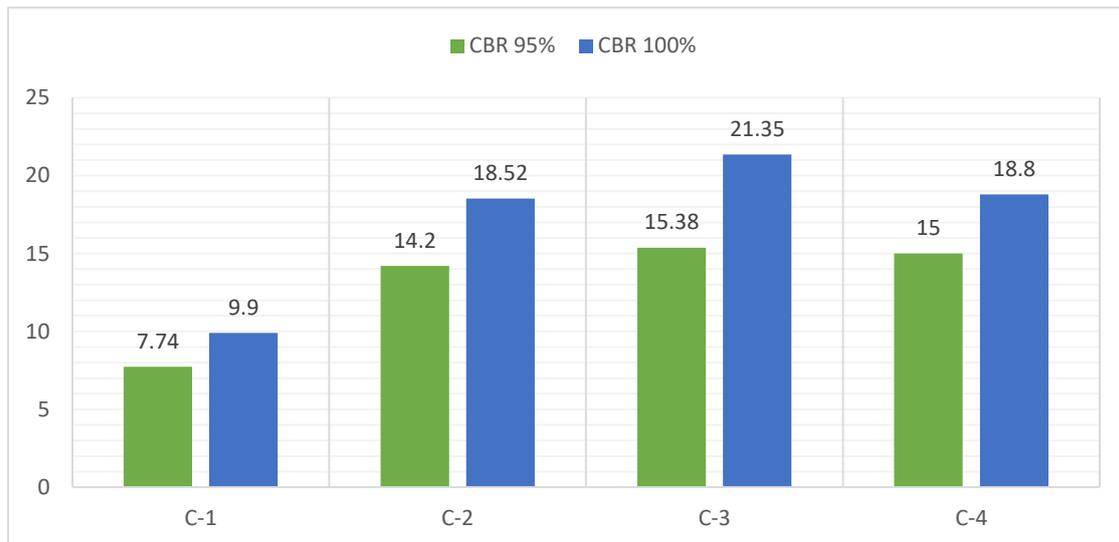


Figura 2. California Bearing Ratio (CBR) 95% – 100%

En la calicata C-1 se obtiene el resultado más bajo de CBR ubicado en la categoría S2: Subrasante regular ($CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$), en la calicata C-3 se obtiene el resultado más alto de CBR ubicado en la categoría S4: subrasante muy buena ($CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$), y la calicata C-2 y C-4 ubicado en la categoría S3: subrasante buena ($CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$).

3.2 Resultados físicos y mecánicos del agregado

En los diversos ensayos del agregado, se utilizaron normativas del American Society of Testing Materials (ASTM) para poder identificar las diversas propiedades, con el propósito de obtener las características físicas y mecánicas requeridas.

Ubicación de cantera y centro de acopio

La identificación de centro de acopio y cantera es de mucha importancia, por ser el lugar de estudio. El centro de acopio se denomina “Chancadora Génesis”, teniendo en cuenta que los agregados son provenientes del río Huallaga, sector Puerto López material que viene siendo usado por pobladores desde hace muchos años, para la construcción de viviendas y pavimento rígido.

Ensayos físicos del agregado

Se realizaron los ensayos de los agregados, como se muestra en la tabla 7 el resumen de las características físicas del agregado usado.

Tabla 9. Características físicas del agregado grueso

Agregado Grueso (Grava chancada zarandeada)		
Características físicas		Und
Tamaño máximo	3/8	pulg
Tamaño máximo nominal	1/2	pulg
% de “humedad natural	0.95	%
Peso específico	2.69	gr/cm ³
% de absorción	0.40	%
Peso unitario suelto	1,511	Kg/m ³
Peso unitario varillado	1,623	Kg/m ³

De acuerdo a los resultados tenemos un tamaño máximo de 3/8 y tamaño máximo nominal de 1/2 dicho material será utilizado en el diseño de mezcla para la elaboración del concreto permeable.

Ensayos mecánicos del agregado

Para el ensayo de abrasión (Maquina de los Ángeles) ASTM C 131-89, se eligió la gradación C ya que es la más parecida al agregado que se va usar en la investigación, se toman los pesos de las fracciones indicadas en la tabla 8, de acuerdo con la granulometría elegida donde el número de esferas a utilizar es de 08 unidades.

Tabla 10. Gradación de la muestra de ensayo.

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de las muestra para ensayo (g)			
Mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	B	C	D
37,5	1 1/2"	-25,0	1"	1250 ± 25			
25,0	1"	-19,0	3/4"	1250 ± 25			
19,0	3/4"	-12,5	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	1/2"	-9,5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	3/8"	-6,3	1/4"			2500 ± 10	
6,3	1 1/4"	-4,75	N°4			2500 ± 10	
4,75	N°4	-25,0	N°8				5000
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Norma técnica peruana 400.019 - 2002

Se desarrollaron los ensayos al agregado en laboratorio consiguiendo el resultado presentado en la siguiente tabla.

Tabla 11. *Características mecánicas del agregado grueso*

Agregado Grueso (Grava chancada zarandeada)		
Características mecánicas		Und
Desgaste a la abrasión	21.1	%

La resistencia a la abrasión del agregado, como exigencia técnica para el diseño de pavimento de concreto según el CE. 010 no debe ser mayor al 50%, en efecto los resultados conseguidos en esta investigación, el agregado cumple este requisito.

3.3 Resultado de índice medio diario (IMD)

El análisis de tráfico forma parte de los estudios que se realizan para el diseño de pavimento rígido permeable en el Jr. Los andes, teniendo como finalidad cuantificar, clasificar y obtener el volumen de vehículos existentes en la vía y su proyección, para el periodo de vida útil (20 años).

Cabe hacer mención que el trabajo de campo, lo realizo la propio tesista, los formatos de campo utilizados, son los aplicados para estas actividades por la OPP-MTC.

Tabla 12. *Características generales del jr. Los andes*

Tramo	Longitud (m)	Vía	Estado de conservación
Cdra. 01 – Cdra.09	941	Sin asfaltar	Regular estado

El estudio de campo se realizó el día lunes 9 de abril hasta el domingo 15 de abril de 2018 durante los siete días consecutivos, obtenido el conteo de vehículos diarios que transitan por el Jr. Los Andes. Habiéndose realizado en gabinete la consolidación de los conteos recopilados se ha conseguido los siguientes datos que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. *Conteo y clasificación vehicular obtenida en el Jr. Los Andes.*

Día	Fecha	Clasificación			Total
		Auto	Pick up	Combi rural	
Lunes	9/04/2018	19	24	4	47
Martes	10/04/2018	19	17	4	40
Miércoles	11/04/2018	18	20	4	42
Jueves	12/04/2018	16	23	4	43
Viernes	13/04/2018	13	24	4	41
Sábado	14/04/2018	19	29	-	48
Domingo	15/04/2018	10	12	-	22

En anexos se muestran los cuadros en los que está consignada la información de los conteos de tráfico diarios, por clasificación horaria y así como el total por tipo de vehículo.

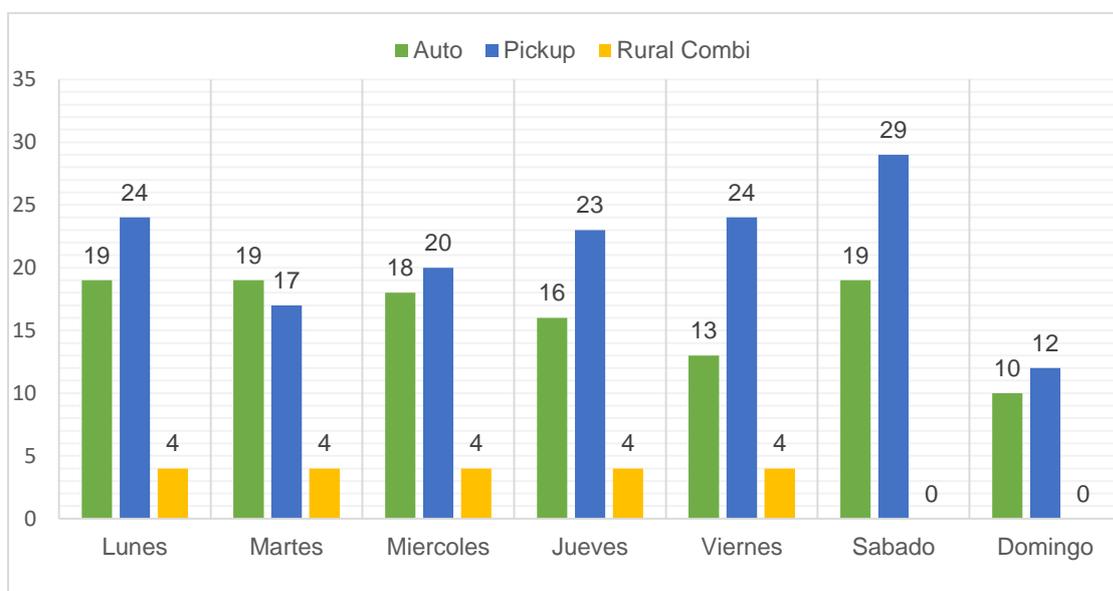


Figura 3. *Conteo y clasificación vehicular obtenida en el Jr. Los Andes.*

Estos conteos ayudaran a conocer los volúmenes diarios, previsibles o existentes de la sección de la vía. Los conteos fueron realizados durante 7 días (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo), se realizaron durante 24 horas, con el objetivo de identificar, el comportamiento del flujo vehicular durante el día y la

noche, tal como se muestra en la figura 3 solo se encontró vehículos ligeros clasificados por Auto, pickup y rural combi.

El día con mayor intensidad de flujo vehicular en el área de estudio son los fines de semana específicamente el día sábado, donde se ha llegado a contabilizar un IMD de 48 vehículos y los días domingo como el día de menor tráfico vehicular con IMD de 22 vehículos.

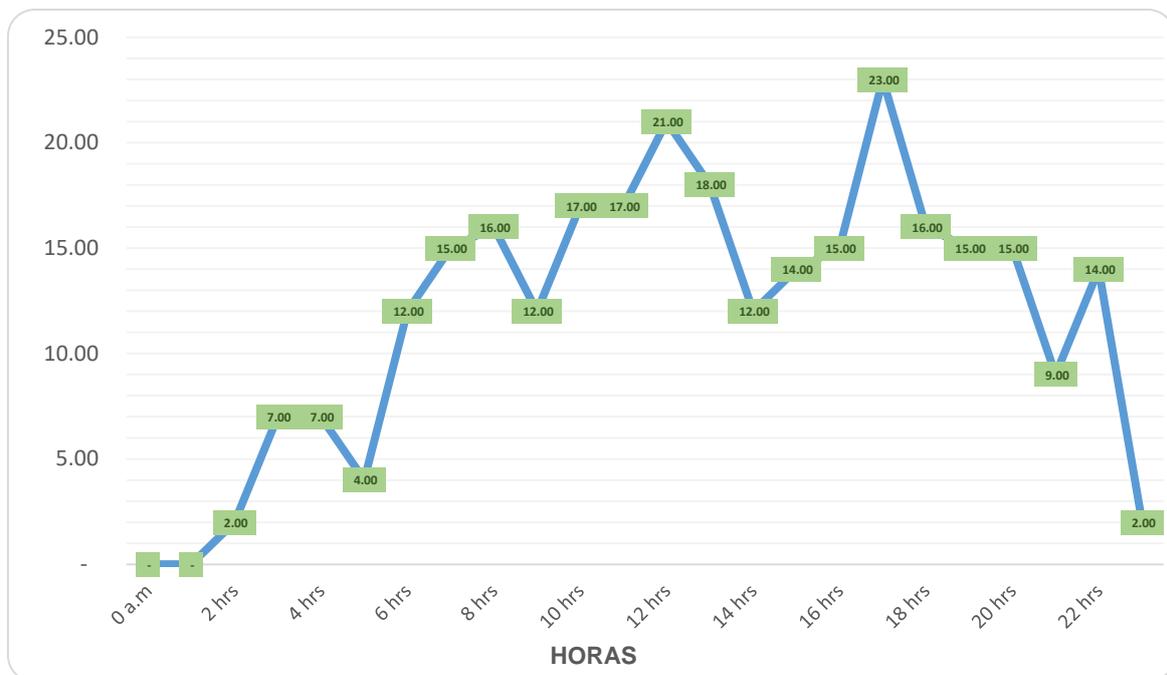


Figura 4. Flujo vehicular por horas obtenido en el Jr. Los Andes

Las horas de conteo fueron desde las 06:00 am hasta las 06:00 am del día siguiente, dos turnos: de día y de noche de 12 horas respectivamente Como se muestra en la figura 4, el horario en donde se presenta mayor intensidad de flujo vehicular en el área de estudio es entre las 17:00 p.m. y las 18:00 p.m. y el horario de menor flujo vehicular se presenta entre las 23:00 p. m. y 24:00 a.m.

Tabla 14. IMD Promedio e IMD proyectado

Tipo de vehículos	IMD	Distribuido (%)	IMD proyectado
Autos	16	40.28	29
Camioneta pick up	21	52.65	37
Camioneta rural	3	7.07	5
Total	40	100.00	71

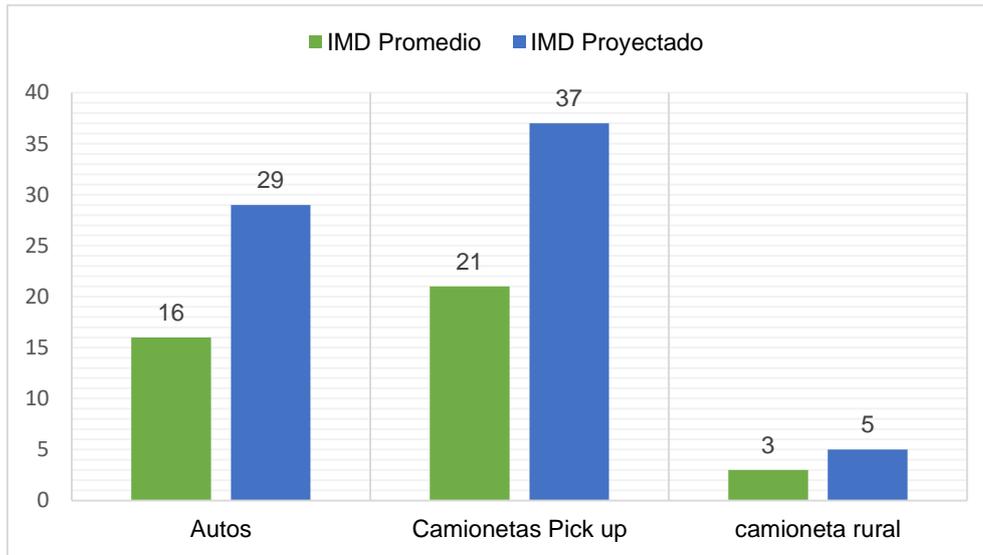


Figura 5. Índice medio promedio diario e índice medio diario proyectado

De la figura 5 y tablas 14 se obtiene que el índice medio diario promedio es de 40 veh/día obteniendo un índice medio diario proyectado para el periodo de 20 años de 71 veh/día.

Según el manual de carreteras diseño geométrico 2018 se obtiene una categoría de vía local, cuya función principal es proveer el “acceso” a los predios o lotes adyacentes, son vías con bajos volúmenes de tránsito, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Se describe que sus calzadas deben cumplir con un ancho mínimo de 4.00m. Su definición y aprobación, cuando se trate de habilitaciones urbanas corresponderá de acuerdo a Ley, a las municipalidades distritales.

3.4 Resultados de diseño de mezcla

Para el diseño de mezcla se tuvieron las siguientes consideraciones como, el porcentaje de vacíos y el tamaño y forma del agregado, se decidió dosificar el concreto con porcentajes de 21% de vacíos de diseño, un tipo de agregado (anguloso), en orden de analizar el efecto de esta variable sobre la resistencia así como su coeficiente de permeabilidad en la mezcla.

Para obtener una resistencia óptima de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en el diseño de mezcla se realizó un diseño de tal manera que la relación agua cemento pueda encontrar un valor óptimo, teniendo como propósito transmitir al concreto en estado fresco y endurecido ciertas propiedades requeridas de acuerdo al tipo de función que va a desempeñar la estructura y las condiciones climáticas del lugar.

Tabla 15. Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m³

Proporción en volumen por 1M3	
Material	Und.
Cemento	0.111m ³
Agua	0.110m ³
Agregado	0.567m ³
Aditivo	0.002m ³

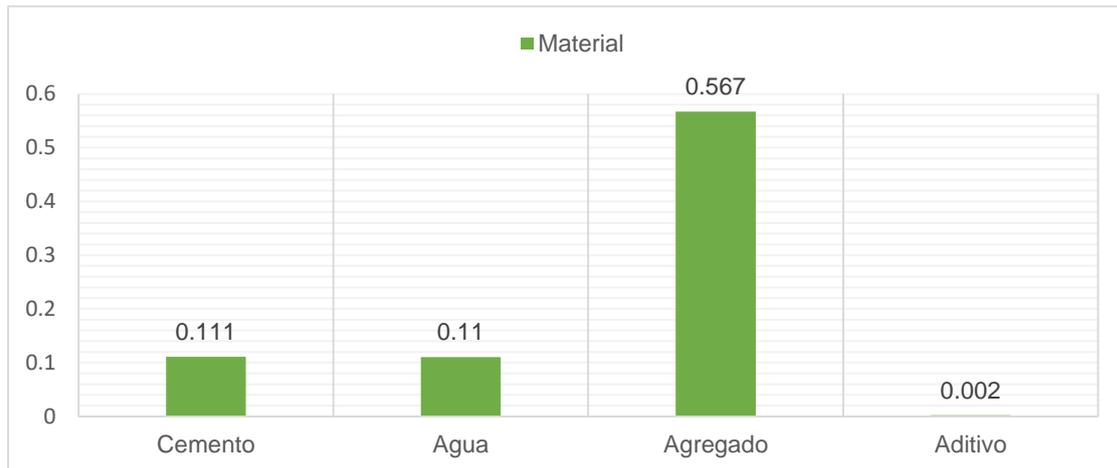


Figura 6. Cantidad de material en peso

Se muestran los resultados de diseño de mezcla de concreto obtenidos en laboratorio, expresados en cantidad de materiales en volumen por m³ para un concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^3$.

Tabla 16. Proporción de diseño de mezcla por bolsa (en peso)

Proporción por bolsa en peso	
Cemento	42.5 kg/ bol
Agua	13.58lt/bol
Agregado	187.76 kg/bol
Aditivo	0.273 ml/bol

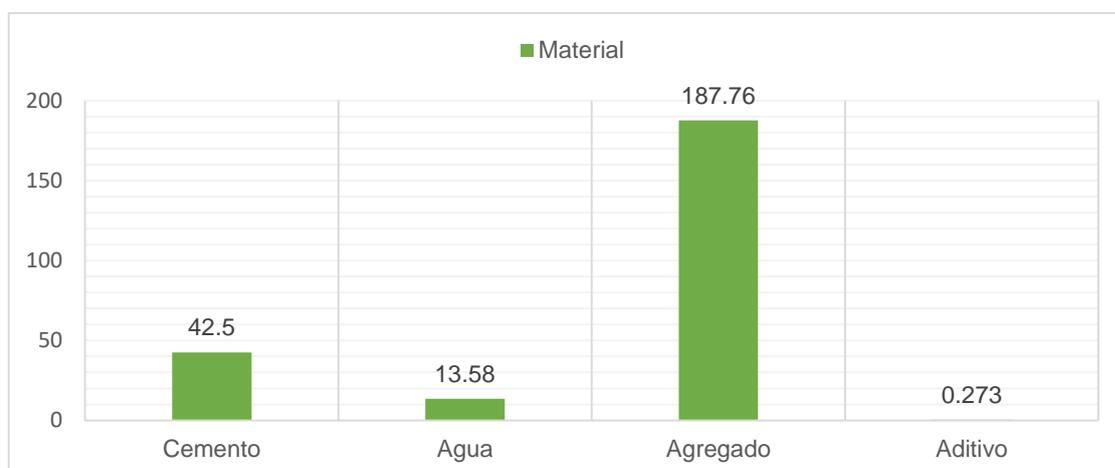


Figura 7. Cantidad de material por bolsa en peso

Se muestran los resultados de diseño de mezcla de concreto obtenidos en laboratorio, expresados en cantidad de materiales en peso por una bolsa de cemento, para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 17. Proporción de diseño de mezcla por balde (20lts)

Proporción por balde (Balde de 20 lts.)	
Cemento	1 bol.cem
Agua	13.58 lt/bol
Agregado	6.15 bal/bol
Aditivo	0.273 ml/bol

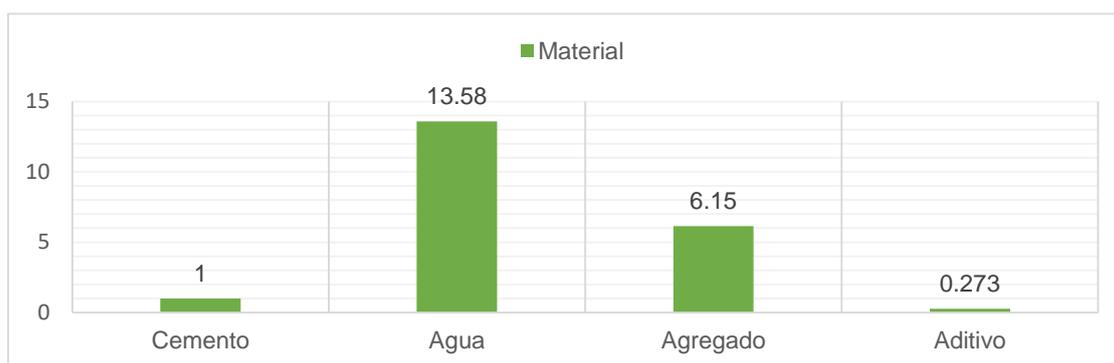


Figura 8. Material para diseño de mezcla por balde (20lts)

Se muestran los resultados de diseño de mezcla de concreto obtenidos en laboratorio, expresados en cantidad de materiales por balde por una bolsa de cemento, para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

3.5 Resultados de resistencia a compresión

Se elaboraron 15 probetas con las dimensiones comprendidas de 6"x12" establecidas en la NTP 399.034, para ensayarlos a 7, 14 y 28 días de edad.

Tabla 18. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 07 días.

Resistencia a la compresión (210kg/cm ²) – 07 días		
Muestras		Resistencia (kg/cm ²)
N° probetas	Edad probetas	Concreto permeable
Probeta N°01	7 días	148.03
Probeta N°02	7 días	148.03
Probeta N°03	7 días	147.87
Probeta N°04	7 días	147.92
Probeta N°05	7 días	148.09
		147.99
Promedio Obtenido		70.47%

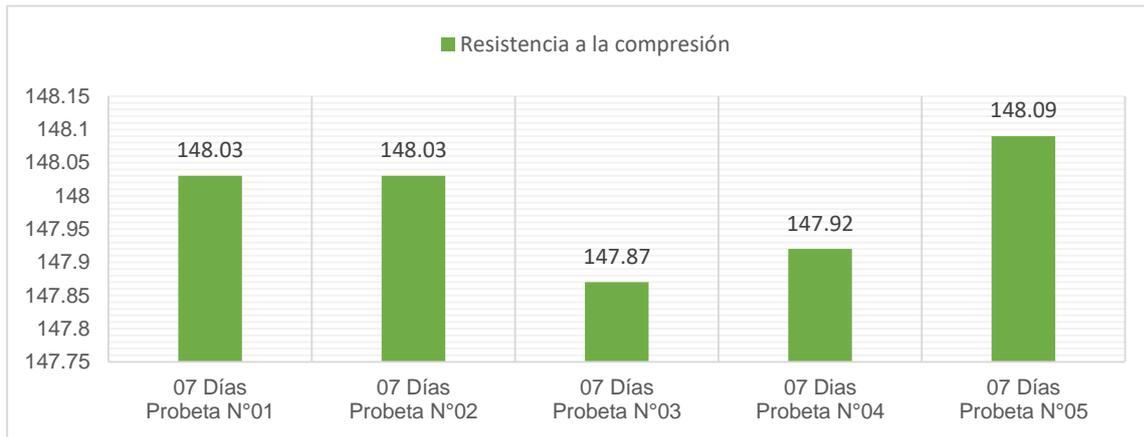


Figura 9. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 07 días

Se muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las resistencias alcanzadas a los 07 días de edad, elaborados con agregado de río Huallaga, obteniendo una resistencia promedio de 147.99kg/cm², el mismo que representa el 70.47% de un concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 19. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 14 días.

Resistencia a la compresión (210kg/cm ²) – 14 días”		
Muestras		Resistencia (kg/cm ²)
N° probetas	Edad probetas	Concreto permeable
Probeta N°01	14 días	176.50
Probeta N°02	14 días	176.61
Probeta N°03	14 días	176.61
Probeta N°04	14 días	176.33
Probeta N°05	14 días	176.67
Promedio Obtenido		84.07%

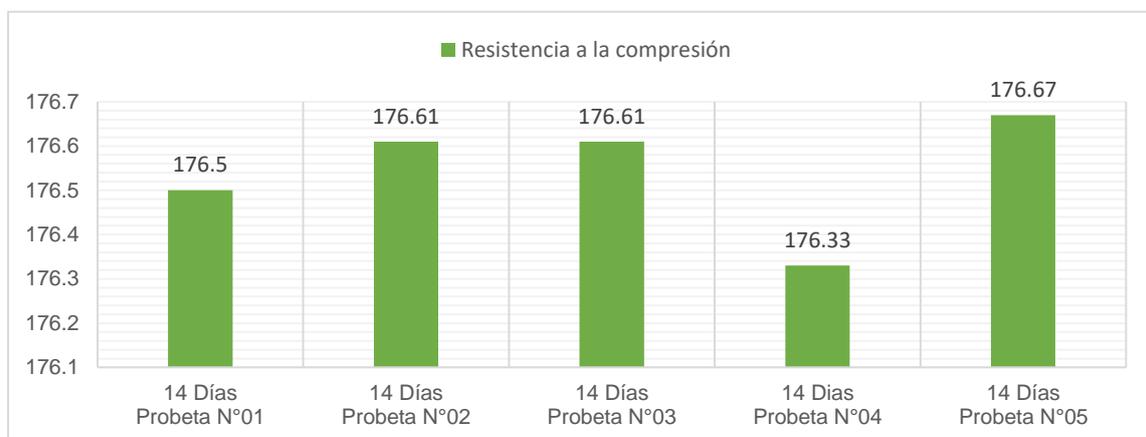


Figura 10. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 14 días

Se muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las resistencias alcanzadas a los 14 días de edad, elaborados con agregado de río Huallaga, obteniendo una resistencia promedio de 176.54 kg/cm² , el mismo que representa el 84.07% de un concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 20. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 28 días.

Resistencia a la compresión (210kg/cm ²) – 28 días		
Muestras		Resistencia (kg/cm ²)
N° probetas	Edad probetas	Concreto permeable
Probeta N°01	14 días	210.17
Probeta N°02	14 días	210.23
Probeta N°03	14 días	210.06
Probeta N°04	14 días	210.06
Probeta N°05	14 días	210.11
Promedio Obtenido		210.12 100.06%

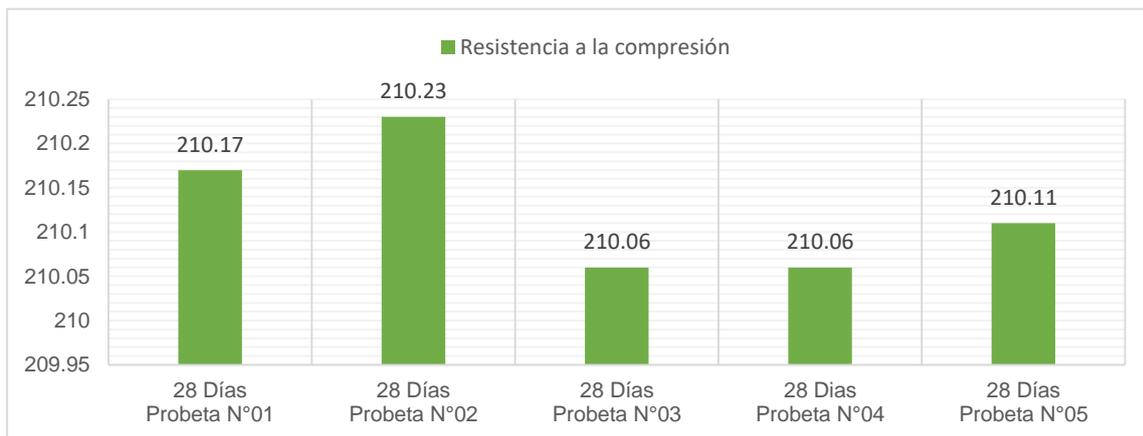


Figura 11. Rotura de especímenes de concreto permeable a los 28 días

Se muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las resistencias alcanzadas a los 28 días de edad, elaborados con agregado de río Huallaga, obteniendo una resistencia promedio de 210.12 kg/cm² , el mismo que representa el 100.06% de un concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 21. Resumen de rotura de especímenes de concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Resumen de rotura de especímenes de concreto (210kg/cm ²)			
Muestra		Resistencia (kg/cm ²)	%
Edad de probetas	N° Probetas		
07 días	05	147.99	70.47%
14 días	05	176.54	84.07%
28 días	05	210.12	100.06%

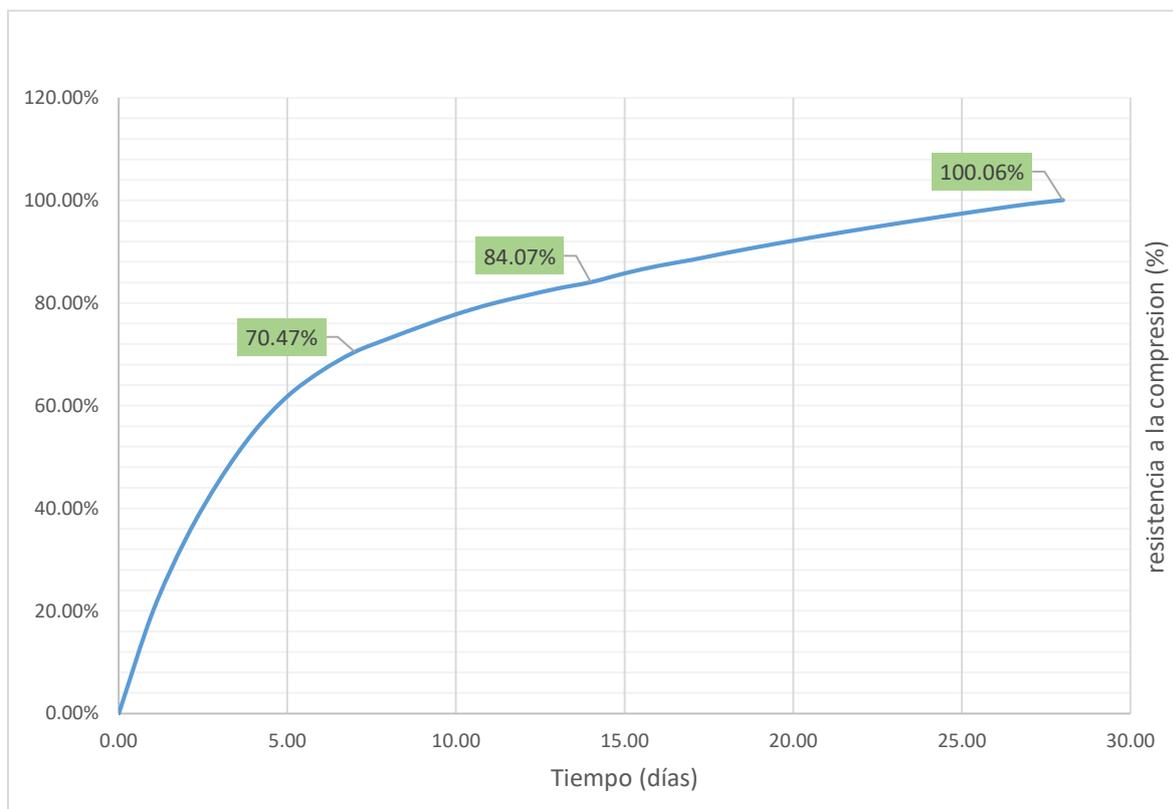


Figura 12. Resultado de resistencia a la compresión

De acuerdo a la tabla 19 y figura 12 se muestra el resultado promedio obtenido a los 7 días de 147.99 kg/cm² dicho resultado representa el 70.47% del concreto $f'c=210$ kg/cm², a los 14 días de 176.54 kg/cm² dicho resultado representa el 84.07% del concreto $f'c=210$ kg/cm², a los 28 días de 210.12 kg/cm² dicho resultado representa el 100.06% del concreto $f'c=210$ kg/cm², alcanzado la resistencia para la cual ha sido diseñada.

3.6 Resultados de permeabilidad

El ensayo de permeabilidad se realizó conforme a lo indicado en el ACI 522R-10 (American Concrete Institution) Report on Pervius Concret. Se realizó la construcción de un “Permeámetro”.

Las dimensiones de las probetas para este tipo de ensayo tienen que cumplir con las dimensiones que se muestran en la figura 13.

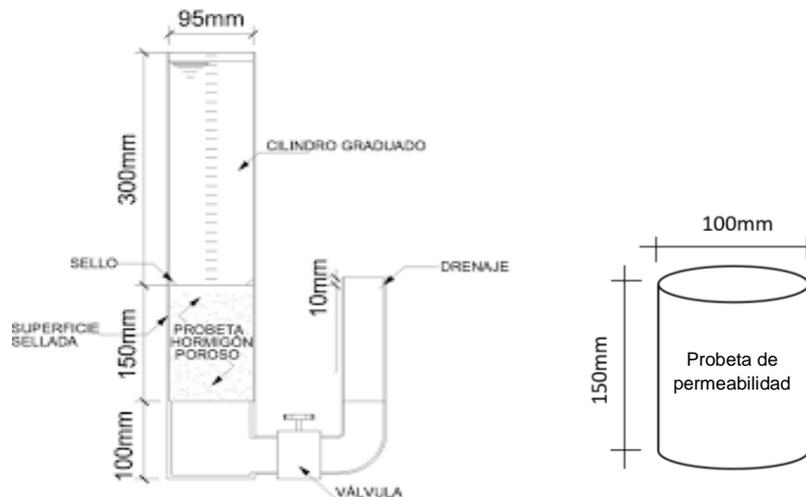


Figura 13. Permeámetro

Fuente: American concrete institution 522

El ACI 522R-10 recomienda realizar el ensayo tres veces y obtener un promedio, para determinar el coeficiente de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula.

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Donde:

T= Tiempo en el que se filtra el agua del cilindro graduado

a= área del tubo cilíndrico graduado

A= área de la muestra

L= altura de la muestra

h1= altura de la columna de agua en el tubo graduado al inicio de la prueba

h2= altura de la columna en el tubo graduado al final de la prueba

K= coeficiente de permeabilidad

Tabla 22. Resultados de permeabilidad

Muestra	t (s)	a (cm ²)	A (cm ²)	L (cm)	h1 (cm)	h2 (cm)	K (cm/s)	K promedio (cm/s)
01	102.64	81.07	80.99	14.97	30.00	1.00	0.497	
02	107.09	81.07	80.91	15.00	30.00	1.00	0.477	0.487
03	104.45	81.07	80.95	14.95	30.00	1.00	0.488	

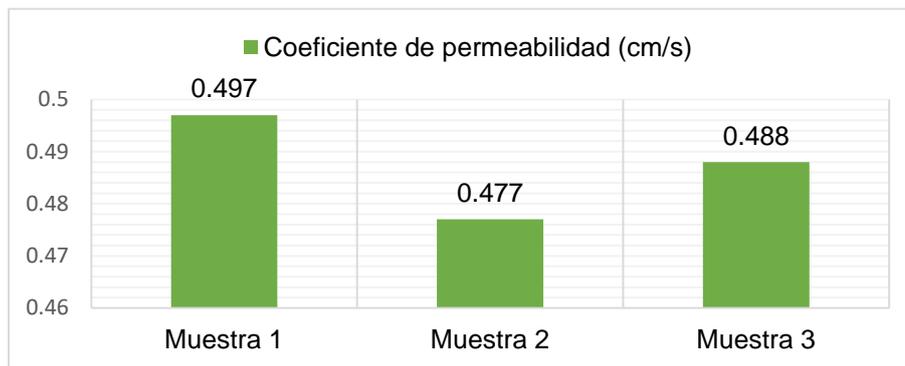


Figura 14. Resultados de permeabilidad

De acuerdo al ACI 522R-10 (American Concrete Institution) Report on Pervius Concret, el coeficiente de permeabilidad se encuentra en un rango de 0.2 a 0.54 cm/s. De acuerdo a los resultados obtenidos mostrados en la tabla 20 y la figura 14 se obtiene una permeabilidad promedio de 0.487 cm/s. nuestro resultado se encuentra dentro del rango, por lo cual, se puede afirmar que las muestras de concreto cumplen con los requerimientos de permeabilidad.

Coeficiente de permeabilidad (K)= 0.487 cm/2

Se desea saber el caudal de infiltración para un área (A)= 1m²

$$Q= K.A$$

$$Q= 0.00487 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q= 4.87 \text{ lt/s}$$

3.6 Diseño de pavimento

Para el diseño de la estructura de pavimento se utilizó la metodología AASHTO, la estructura de un pavimento rígido está conformada por sub rasante, sub base y la losa o superficie de rodadura.

Sub Rasante

Viene a ser la capa de terreno sobre la cual descansa la estructura de pavimento (Sub Base y Losa de concreto), esta capa puede estar constituido por material propio en el caso de cortes o material de préstamo en condiciones de rellenos.

De la tabla 6 se observar que los suelos predominantes en el tramo de interés son los suelos areno arcillosas limosas, con CBR al 95% superior al 14% no obstante se tiene un tramo conformado por un tipo de suelo areno arcillo con un CBR al 95% igual a 7.74. Lo cual lo cátao como un suelo de regular a malo para sub rasante. Por lo cual se adoptará este CBR para el diseño de la estructura de pavimento rígido.

Sub Base

Es una capa de terreno preferentemente conformado por material de préstamo, cuyo material deberá de cumplir todos los parámetros vigentes establecidos por las normas técnicas establecidas por el MTC.

Para el diseño estructural del pavimento se ha tenido en consideración lo dispuesto por la norma técnica CE.010 del 2010. Teniendo en consideración los parámetros mínimos establecidos en la tabla1 se adoptara un CBR de diseño para la sub base del 30%.

Parámetros de diseño

a) Serviciabilidad

Es un parámetro subjetivo de la calificación del pavimento la cual indica la capacidad del pavimento de servir al tipo de tráfico que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5(cinco) para un pavimento excelente.

Tabla 23. *Índice de serviciabilidad inicial – final*

Índice de serviciabilidad inicial	Índice de serviciabilidad Final
Po= 4.5 para pavimentos rígidos	Pt= 2.5 o más para caminos muy importantes
Po= 4.2 para pavimentos flexibles	Pt= 2.0 para caminos de transito menor

De las recomendaciones anterior se adopta un índice de serviciabilidad inicial de Po= 4.5 y un índice de serviciabilidad final de Pt=2.0.

b) Tránsito

El tránsito es uno de los parámetros más relevantes para el diseño de la estructura del pavimento. En la vía en estudio solo se ha identificado el tráfico de vehículos obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 24. *Tráfico de vehículos*

Ref.	Vehículos Ligeros				Total
	Autos	Pick up	C.Rural	Micros	
Total	114	149	20	0	283
%	40.28%	52.65%	7.07%	0.00%	100%
IMD	16.29	21.29	2.86	0.00	40.428571
k	1	1	1	1	
IMD	16.29	21.29	2.86	0.00	40.428571
IMD	16	21	3	0	40

El método AASTHO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de ejes equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los ejes de pesos normales de los vehículos que circulan por el camino, en ejes sencillos equivalentes de 18kps (8.2 Ton) también conocidos como ESAL's. Para la estimación de ESAL's, se utilizara los siguientes parámetros.

Tabla 25. *Periodo de diseño*

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30-50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20-50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15-25 años
Revestidas con bajos volumen de tránsito	10-20 años

De la tabla 25 y lo dispuesto por la norma técnica CE.010 se realizara la proyección de tráfico para un periodo de 20 años.

c) Factor de distribución por dirección

Teniendo en consideración que la vía solo es en una dirección se considerara un factor de distribución del 1.

d) Factor de distribución por carril

La vía cuenta con un solo carril por lo que el factor de distribución por carril adoptado será de 1, esto significado que se utilizara con tráfico de diseño el 100% del estimado.

Teniendo en consideración los parámetros antes expuestos se tiene lo siguiente:

Datos:

T= 20 años

Pt= 2 serviciabilidad final

D= 1 factor de dirección ida y vuelta

L= 1 un carril en cada sentido => W18= 100%

$$Fec = \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\text{Log} \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \text{Log}(18 + 1) - 4.62 \text{Log}(L_x + L_2) + 3.28 \text{Log}(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \text{Log} \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_t = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_2)^{3.52}}$$

En donde:

Wtx= # aplicaciones de carga definida al final del tiempo t

Wt18= # aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

Factor de crecimiento

$$G * Y = \frac{(1 + R)^Y - 1}{r}$$

Tabla 26. *Calculo de ESAL para pavimento rígido (METODO AASHTO)*

Tipo de Vehículo	Vehículos ligeros							
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros	
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.
Carga	1.00	0.80	1.20	1.50	1.50	2.00	2.00	3.00
Lx (kips)	2.21	1.76	2.65	3.31	3.31	4.41	4.41	6.62
No	16.00	16.00	21.00	21.00	3.00	3.00	0.00	0.00
r%	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Bx	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Log(Wtx/Wt)	3.57	3.87	3.31	2.98	2.98	2.52	2.52	1.83
G= Wt/Wtx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
G Y	31.37	31.37	29.78	29.78	26.87	26.87	26.87	26.87
ESAL	49.27	24.86	111.37	240.61	31.02	88.90	0.00	0.00
Total (ESAL's)	546.02							

Se ha realizado solo para vehículos ligeros obviando los vehículos tipo bus y camiones, ya que del conteo del tráfico no se ha observado este tipo de vehículos, tal como se puede observar en las fichas de conteo vehicular. Del cálculo correspondiente se obtiene un total de ESAL's igual a 546.02 lo cual está muy por debajo de los mínimos establecidos para el diseño de pavimentos, por lo cual se utilizara lo mínimo requerido según la norma técnica CE. 010. La cual es de 3.0 millones para un nivel de conformidad del 80% con una desviación estándar de $ZR = -0.841$ y un error estándar combinado de $S_o = 0.32$.

e) Módulo de reacción efectiva de sub rasante

Método AASHTO

Datos de la sub base:

CBR= 30.00 % Espesor: 20.00 cm (Adoptado)

Si $CBR \leq 10$

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si $CBR > 10$

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 95.36 \text{ Mpa/m}$$

Datos del subsuelo de fundación:

CBR= 7.74 %

Si $CBR \leq 10$

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si $CBR > 10$

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 49.21 \text{ Mpa/m}$$

Módulo de reacción compuesto de la subrasante (K)= 58.86 Mpa/m

f) Condiciones de drenaje

Este factor depende de las condiciones del entorno

Tabla 27. *Coefficiente de drenaje.*

“Calidad de drenaje”		Tiempo que tarde el agua en ser evacuada			
Excelente		2 horas			
Bueno		1 días			
Mediano		1 semana			
Malo		1 mes			
Muy malo		El agua no evacua			
Calidad de drenaje		Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
		Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 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
Mediano		1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Malo		1.10 – 1.00	1.10 – 0.90	0.90 – 0.80	20.80
Muy malo		1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Teniendo en cuenta la tabla 22 se ha determinado un coeficiente de drenaje $C_d=0.90$.

g) Coeficiente de transmisión de carga

Este factor depende de las condiciones del entorno

Tabla 28. *Valores de coeficiente de transmisión de carga.*

Tipo de pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2”	“3.8 – 4.4”	“2.5 – 3.1”	“3.6 – 4.2”
Reforzado continuo	“2.9”	2.3 – 2.9

De acuerdo a la tabla 23 se determina un coeficiente de transmisión de carga igual de $J=3.0$.

h) Resistencia del concreto

Las consideraciones a tener en cuenta serán para un concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c} = 3115170 \text{ psi} = 21494.7 \text{ MPa}$$

Módulo de rotura del concreto

$$MR = 10 * \sqrt{f'_c} = 546.5 \text{ psi} = 3.77 \text{ MPa}$$

Calculo del espesor del pavimento

El método de diseño AASHTO, hace referencia a la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{82} = & Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 + 10^{10}}{(D + 25.4)^{8.46}}} \\ & + (4.22 - 0.33 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}} \right) \end{aligned}$$

En donde:

W82= Numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas.

Zr= desviación normal estándar.

So= Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D= espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI= Diferencia entre los índices del servicio inicial y final

Pt= índice de servicio inicial y final

Mt= Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz).

Cd= coeficiente de drenaje.

J= coeficiente de transición de cargas en las juntas.

Ec= módulo de elasticidad del concreto, Mpa.

K= Modulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, sub base o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Datos:

K=	58.86	Mpa/m	SO	0.32	
Ec=	21495	Mpa	R=	80% =>	-0.841
				ZR	
S'c= Mr=	3.77	Mpa	Pt=	2	
J=	3.00		ΔPSI	2.5	
Cd=	0.90		W80=	3.00 x 10 ⁶	

Mediante cálculos iterativos se ha determinado un espesor de pavimento requerido de $e=208.35$ mm. El cálculo del espesor de pavimento por el nomograma AASHTO resultado que está anexado en la investigación, donde se obtuvo un $e=22.5$ cm, para la investigación se adopta el mayor espesor. De las exploraciones, caracterización y ensayos del suelo de la sub rasante del tramo de vía de interés se ha determinado los siguientes parámetros. La estructura de pavimento estará conformada por una sub base granular de 20cm con un CBR al 100% no menor a 30%, y una losa de concreto con una resistencia igual a $f'c=210$ kg/cm².

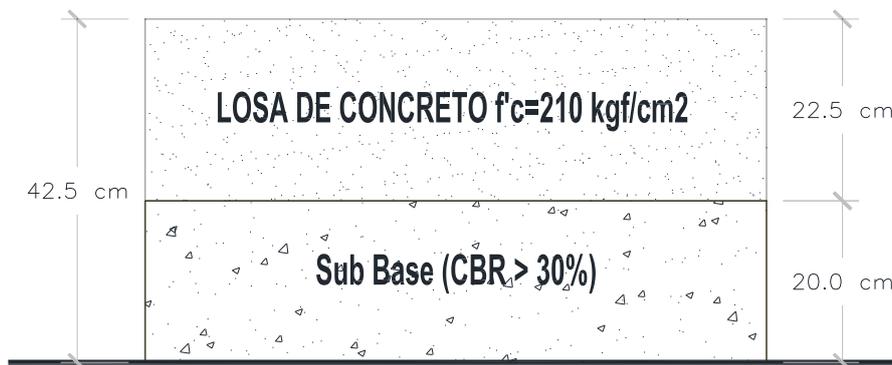


Figura 15. Estructura de pavimento

Fuente: Estructura obtenida de los resultados iterativos y nomograma.

IV. DISCUSIÓN

La investigación realizada tuvo como objetivo principal lo siguiente, elaborar el diseño de pavimento rígido del Jr. Los andes, a partir de un concreto permeable con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² aplicando el ACI 522, donde los principales objetivos específicos que conlleva la investigación son realizar calicatas y toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos, como elemento de soporte para el pavimento rígido permeable, evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de río Huallaga, determinar el índice medio diario con formatos establecidos por el MTC, elaborar un diseño de mezcla de concreto permeable, determinar la resistencia a compresión del concreto permeable a los 7, 14 y 28 días, determinar la velocidad y capacidad de infiltración de flujo del agua sobre el concreto permeable.

Esta tesis ha empleado de manera correcta y válida el diseño experimental, con manipulación de variable independiente para ver los posibles efectos en la variable dependiente, respondiendo así a un estudio del tipo experimental puro puesto que nos ha permitido realizar ensayos de laboratorio para diseñar un pavimento rígido de permeable, aplicando técnicas de recolección de datos que nos permite entender el fenómeno estudiado, teniendo como instrumento empleado formatos de ensayos de laboratorio.

El estudio realizado tiene una validez interna conveniente al estudio porque aplicamos técnicas e instrumentos respaldados por el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN-Perú para el caso de estudio del índice medio diario, como también las NORMAS TECNICAS PERUANAS (NTP) para los ensayos de mecánica de suelos y estudio de los agregados, también el ACI 522 para la aplicación en el diseño de mezcla óptimo y determinación de la permeabilidad.

En los resultados presentados podemos apreciar que el Jr. los andes está comprendido por 09 cuadras, teniendo una longitud total de 941m, aplicando la primera herramienta de evaluación que es el estudio de los diferentes estratos de suelos para su posterior clasificación de acuerdo al American Association of State Highway Officials (AASHTO) y al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) para los ocho estratos extraídos en campo se obtiene dos tipos de suelo, arena arcillosa limosa de baja plasticidad (SC-SM) y arena arcillosa de baja plasticidad (SC), para los ensayos de compactación, Próctor Modificado (AASHTO T180-01) y California Bearing Ratio

(CBR) (AASHTO-T193-63) de acuerdo a la NTP 339.137 existen cuatro métodos para realizar el ensayo, para la investigación se utilizó el método A donde los resultados obtenidos para CBR en la calicata C-1 se obtuvo el resultado más bajo de CBR 9.90% ubicado en la categoría S2: Subrasante regular ($CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$), en la calicata C-3 se obtuvo el resultado más alto de CBR 21.35% ubicado en la categoría S4: subrasante muy buena ($CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$), y la calicata C-2 con un CBR 18.52% y C-4 con un CBR 18.80% ubicado en la categoría S3: subrasante buena ($CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$).

Para la evaluación de nuestro agregado grueso se utilizó lo normado por el American Society for Testing and Materials para poder identificar las diversas propiedades, con el fin de obtener las características físicas y mecánicas requeridas en la presente investigación. El centro de acopio se denomina "Chancadora Génesis", teniendo en cuenta que los agregados son provenientes del río Huallaga, sector Puerto López. De acuerdo a análisis se usó un tamaño máximo de 3/8 y tamaño máximo nominal de 1/2, la mezcla de concreto permeable se consiguió usando una razón de a/c de 0.35, con un porcentaje de vacíos de 21%, alcanzando esfuerzos a la compresión en promedio de 210.23 kg/cm². A diferencia de la investigación hecha por Daniel Pérez en la ciudad de México, en su estudio denominado estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos: La mezcla de concreto permeable más resistente se consiguió empleando una razón a/c de 0.35, utilizando agregado de 3/4", una dosificación de cemento de 350 kg/m³, adicionando un 10% de arena y un porcentaje de vacíos de 15%. Esta proporción posibilita conseguir esfuerzos a la compresión en promedio a 215 kg/cm². No obstante las mezclas de concreto permeable con agregado de 3/8", presentaron una textura más estética a diferencia de la obtenida con el agregado de 3/4" debido al tamaño del agregado. También se encuentra diferencia en la investigación hecha por Juan Benites en la ciudad de Cajamarca, en su estudio denominado características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast: donde la resistencia del concreto permeable elaborado con agregados de 3/8 de la cantera río Jequetepeque a la edad de 28 días es de 77.045 kg/cm², la baja resistencia obtenida en el concreto se debe a dos factores en el agregado, forma y textura, pues son predominante las alargadas y lisas.

Para el ensayo de abrasión (Maquina de los Ángeles) ASTM C 131-89, en nuestra investigación se eligió la gradación C, se toman los pesos de las fracciones indicadas en la tabla 8, de acuerdo con la granulometría elegida donde el número de esferas a utilizar es de 08 unidades. La resistencia a la abrasión de los agregados obtenidos fue de 21.1%, como exigencia técnica para el diseño de pavimentos de concreto según el CE. 010 no debe ser mayor al 50%, de acuerdo a los datos conseguidos en esta investigación, el agregado cumple este requisito.

Aplicando la tercera herramienta de evaluación en nuestra investigación se tiene estudio de tráfico en el Jr. Los Andes, “teniendo como finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos existentes en la vía y su proyección, para el periodo de vida útil (20 años) los formatos de utilizados para los conteos, son los aplicados para estas tareas por la OPP-MTC. El día con mayor intensidad de flujo vehicular en el área de estudio son los fines de semana específicamente el día sábado, donde se determinó un índice medio diario de 48 vehículos y los días domingo como el día de menor tráfico vehicular con un índice medio diario de 22 vehículos, solo se encontró vehículos ligeros clasificados por Auto, pickup y rural combi. Las horas de conteo se realizaron en dos turnos: de día y de noche de 12 horas respectivamente Como se muestra en la figura 4, el horario en donde se presenta mayor intensidad de flujo vehicular en el área de estudio es entre las 17:00 p.m. y las 18:00 p.m. y el horario de menor flujo vehicular se presenta entre las 23:00 p. m. y 24:00 a.m. Obteniendo un índice medio diario promedio es de 40 veh/día obteniendo un índice medio diario proyectado para el periodo de 20 años de 71 veh/día.

De acuerdo al manual de carreteras-Diseño Geométrico-2018 se obtiene una categoría de vía local, cuya función es facilitar el “acceso” a los predios adyacentes, son vías con bajos volúmenes de tránsito, que por lo general tienen un índice medio diario anual (IMDA) menor a 200 veh/día. Se describe que sus calzadas deben cumplir con un ancho mínimo de 4.00m. Cuando se trate de habilitaciones urbanas su delimitación y aprobación corresponderá de acuerdo a lo estipulado por la Ley, a las municipalidades distritales. Se describe que sus calzadas deben cumplir con un ancho mínimo de 4.00 m. De acuerdo al ACI-522 el uso de concreto permeable en pavimentos rígidos debe ser usado en vías de bajo volumen de tránsito cumpliendo así con este parámetro corroborando con los datos conseguidos.

De acuerdo al ACI 522R-10 (American Concrete Institution) Report on Pervius Concret, el coeficiente de permeabilidad se encuentra en un rango de 0.2 a 0.54 cm/s. En la investigación se obtiene una permeabilidad promedio de 0.487 cm/s. nuestro resultado se encuentra dentro de lo especificado en la norma, pudiendo corroborar que las muestras de concreto cumplen con lo establecido en cuando a la propiedad de permeabilidad. Se encuentra una similitud en la investigación hecho por Daniel Pérez en la ciudad de México, en su estudio denominado estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos donde el coeficiente de permeabilidad de esta investigación resulto con un promedio de 0.482 cm/s, a diferencia de Juan Benites en la ciudad de Cajamarca, en su estudio denominado características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera rio Jequetepeque y el aditivo Chemaplast el coeficiente de permeabilidad del concreto es de 0.321 cm/s y se encuentra dentro de lo que debería poseer un concreto permeable, en lo que respecta a permeabilidad este agregado es aceptable. Estos resultados obtenidos en las bibliografías y en la investigación presentada nos permiten determinar que las mezclas con porcentajes de vacíos mayores a 15% satisfacen los valores de infiltración aceptables mencionados en el American Concrete Institution, para que las mezclas cumplan en estado endurecido su propiedad permeable.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 El agregado grueso estará comprendido de tres factores importantes (esfuerzo de compactación, forma y superficie de textura de partículas y coeficiente de uniformidad del agregado) para poder obtener una cantidad constante de pasta. En la investigación se utilizó agregado de forma angulosa ya que con los agregados de canto rodado (naturales) se obtuvieron menos contenido de vacío al mismo esfuerzo de compactación así como su adherencia repercute en la resistencia a la compresión de forma negativa.
- 5.2 Se obtuvo un IMD promedio de 40 veh/día teniendo como resultado una vía con bajo volumen de tránsito, el uso de concreto permeable en pavimentos rígidos debe ser usado en vías de bajo volumen de tránsito cumpliendo así con este parámetro corroborando con los datos conseguidos.
- 5.2 El diseño de mezcla óptimo para el diseño del pavimento rígido permeable en el Jr. Los Andes del distrito de Morales, donde se tuvo como agregado máximo 3/8 con una relación a/c = 0.35 y un porcentaje de vacíos de 21% a un tiempo de curación de 28 días.
- 5.3 Es posible diseñar un pavimento rígido permeable en el Jr. Los Andes con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; habiendo obtenido una calle con bajo volumen de tránsito, la estructura de nuestro pavimento está conformado por una losa de concreto permeable con un espesor de 22.5 cm de mezcla bituminosa y una sub base granular, conformado por material de préstamo, cuyo material deberá cumplir con todos los parámetros vigente establecidos por la normas técnicas del MTC cuyo espesor será de 20 cm con CBR al 100% no menor al 30%. El uso del pavimento rígido permeable está concebido para ser aplicado dándole un mejor uso a las veredas o a cunetas y así evitando el uso de rejillas, ya que con el paso del tiempo el tránsito en el Jr. Los Andes podría verse modificado por la creciente demanda poblacional.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 El empleo de aditivos en este tipo de proyectos es opcional donde no comprenda un área extensa. A diferencia de un concreto convencional la colocación de la mezcla y el fraguado del concreto en este tipo de investigación serán mediante un procedimiento rápido y eficaz así como una adecuada compactación sin interferir en la calidad del concreto.
- 6.2 El contenido de vacíos depende de distintas variables el tamaño y la forma del agregado, antes de realizar las mezclas definitivas, se debe hacer mezclas iniciales para conseguir el porcentaje de vacíos que se ha estimado para el diseño. En el sistema de compactación de las muestras influye significativamente en los resultados a la resistencia a la compresión y permeabilidad debido a ello se ha dado uso del martillo próctor estándar en la compactación de probetas cilíndricas en todas las mezclas elaboradas.
- 6.3 El uso del pavimento rígido permeable fue creado para ser utilizado, en vías de mediano tráfico. Para casos donde exista un tráfico vehicular alto este sistema puede servir como sub base drenante en lo que ayudara en gran magnitud a evitar la migración de finos, evitando así en su posterioridad el fenómeno de bombeo.
- 6.4 Realizar diversos diseños de mezcla empleando agregados de nuestra región para ir determinando diferencias y similitudes en sus propiedades hidráulicas y mecánicas, así como establecer el costo de su construcción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AASHTO, 1993

BENITES, Juan. *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera rio Jequetepeque y el aditivo Chemaplast* (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, 2014.

FLORES, Cesar y POCOMPIA, Alexander. *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c=175$ kg/cm² en la ciudad de puno* (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú, 2015.

MALDONADO, Amelia y PAREDES, Luis. *Soluciones Tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto* (Tesis Postgrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2015.

PEREZ, Daniel. *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos*. (Tesis postgrado). México: Universidad Nacional autónoma de México, México, 2009.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos. Lima, 2017. p.87.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos. Lima, 2017. p.93.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos. Lima, 2017. p.99.

REPORT on pervious concrete por Manoj Chopra [et al.]. Estados Unidos: American Concrete Institute – ACI, 2010. p.2. ISBN: 9780870313646

REPORT on pervious concrete por Manoj Chopra [et al.]. Estados Unidos: American Concrete Institute – ACI, 2010. p.6. ISBN: 9780870313646

RIVVA, Enrique. *Materiales para el concreto*. 2da edición. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG, 2010. p.30.

RIVVA, Enrique. *Materiales para el concreto*. 2da edición. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG, 2010. p.66.

RIVVA, Enrique. *Materiales para el concreto*. 2da edición. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG, 2010. p.254.

RIVVA, Enrique. *Materiales para el concreto*. 2da edición. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG, 2010. p.264.

VIGIL, Marlon Diseño. *Proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable* (Tesis Pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador, 2012.

ANEXOS



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 02

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.30 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	93.72	92.02	73.18	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	266.22	279.08	241.32	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	246.82	258.21	222.76	grs
PESO DEL AGUA	19.40	20.87	18.56	grs
PESO DEL SUELO SECO	153.10	166.19	149.58	grs
% DE HUMEDAD	12.67	12.56	12.41	%
PROMEDIO	12.56			%




Ing. Cesar Manuel Flores Celis
INGENIERO CIVIL
C.O. 117126



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 02

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.30 - 0.90m

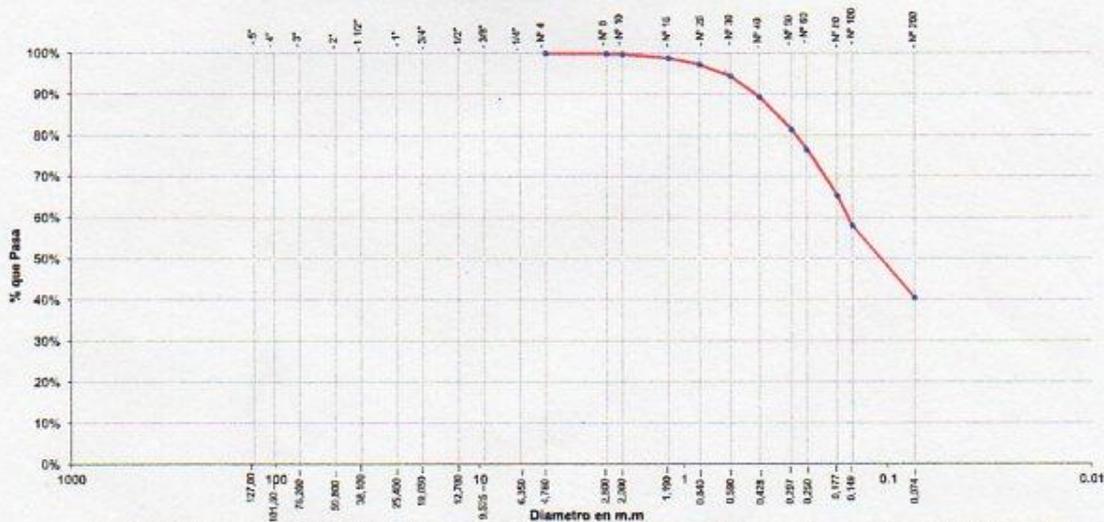
Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00						Modulo de Fineza AG:
4"	101.60						Equivalente de Arena:
3"	76.20						Descripción Muestra:
2"	50.80						Grupo: Suelo Fino
1 1/2"	38.10						Sub Grupo: Limosos - Arcillosos
1"	25.40						Material: Arena arcillosa
3/4"	19.050						SUCS =
1/2"	12.750						SC
3/8"	9.525						AASHTO =
1/4"	6.350						A-4(0)
N° 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LL = 25.40
N° 8	2.380	0.60	0.12%	0.12%	99.88%		LP = 18.25
N° 10	2.000	0.40	0.08%	0.20%	99.80%		IP = 7.15
N° 16	1.190	5.00	1.00%	1.20%	98.80%		IG =
N° 20	0.840	7.70	1.54%	2.75%	97.25%		D 90=
N° 30	0.590	14.30	2.87%	5.62%	94.38%		D 60=
N° 40	0.426	25.30	5.07%	10.69%	89.31%		D 30=
N° 50	0.297	39.40	7.90%	18.59%	81.41%		D 10=
N° 60	0.250	24.50	4.91%	23.51%	76.49%		
N° 80	0.177	55.30	11.09%	34.60%	65.40%		
N° 100	0.149	36.70	7.36%	41.96%	58.04%		
N° 200	0.074	87.90	17.63%	59.59%	40.41%		
Fondo	0.01	201.50	40.41%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		498.60					

Observaciones:
 Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 40.41% de finos (Que pasa le malla N° 200). Lím. Líq = 25.40% e Ind. Plast = 7.15%.

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Piedras mayores 3"	GRAVA		ARENA		LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM	GRAVA		ARENA		LIMO	ARCILLA
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUESA	GRAVA FINA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA



Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 110129



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 02

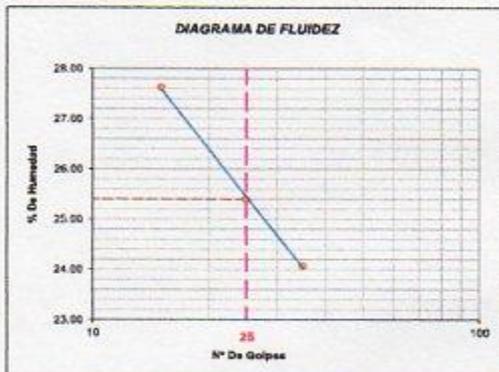
Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.30 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	39.52	40.12	35.47	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	59.85	60.41	60.88	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	55.45	56.30	55.95	grs
PESO DEL AGUA	4.40	4.11	4.93	grs
PESO DEL SUELO SECO	15.93	16.18	20.48	grs
% DE HUMEDAD	27.62	25.40	24.07	%
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35	



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	25.40
Límite Plástico (%)	18.25
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.15
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	40.00	42.35	45.52	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	56.56	58.74	59.88	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	54.00	56.22	57.66	grs
PESO DEL AGUA	2.56	2.52	2.22	grs
PESO DEL SUELO SECO	14.00	13.87	12.14	grs
% DE HUMEDAD	18.29	18.17	18.29	%
PROMEDIO		18.25		%



Ing. Cesar Manuel Flores Cols
 INGENIERO CIVIL
 DSP. 115179



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 03

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	65.26	106.16	83.32	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	199.09	254.99	239.03	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	184.27	238.51	221.89	grs
PESO DEL AGUA	14.82	16.48	17.14	grs
PESO DEL SUELO SECO	119.01	132.35	138.57	grs
% DE HUMEDAD	12.45	12.45	12.37	%
PROMEDIO		12.42		%



[Handwritten Signature]
ING. CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 03

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color rojizo oscuro

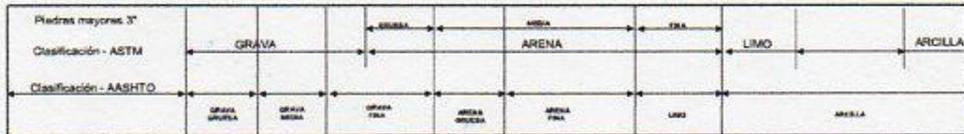
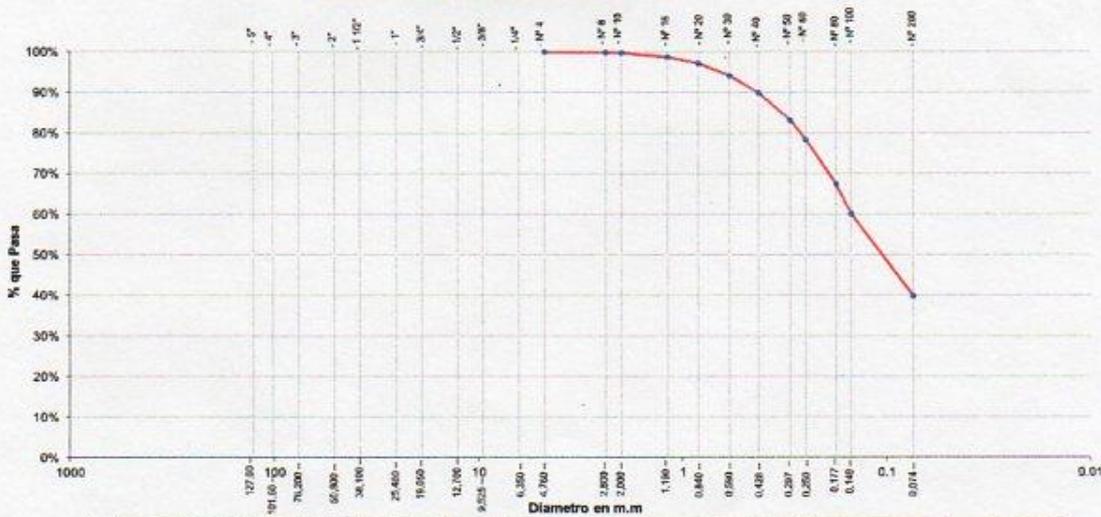
Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	Modulo de Finezza AF:	Modulo de Finezza AG:	Equivalente de Arena:	Descripción Muestra:
Ø (mm)										Grupo: Suelos Fino Sub Grupo: Limosos - Arcillosos Material: Arena arcilloso limoso
5"	127.00									SUCS = SC-SM AASHTO = A-4(0)
4"	101.60									LL = 23.16 WT =
3"	76.20									LP = 17.41 WT+SAL =
2"	50.80									IP = 5.75 WSAL =
1 1/2"	38.10									IG = WT+SDL =
1"	25.40									WSDL =
3/4"	19.050									D 90= %ARC = 39.86
1/2"	12.700									D 80= %ERR =
3/8"	9.525									D 30= Cc =
1/4"	6.350									D 10= Cu =
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%						Observaciones:
N° 8	2.380	0.60	0.12%	0.12%	99.88%					Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color rojizo oscuro, de baja plasticidad con 39.86% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. L ₁ = 23.16% e Ind. Plast = 5.75%
N° 10	2.000	0.50	0.10%	0.22%	99.78%					
N° 16	1.190	5.20	1.04%	1.26%	98.74%					
N° 20	0.840	7.80	1.55%	2.81%	97.19%					
N° 30	0.590	15.20	3.03%	5.84%	94.16%					
N° 40	0.426	21.39	4.24%	10.08%	89.92%					
N° 50	0.297	33.80	6.73%	16.81%	83.19%					
N° 60	0.250	24.20	4.82%	21.63%	78.37%					
N° 80	0.177	54.70	10.89%	32.53%	67.47%					
N° 100	0.149	37.10	7.39%	39.92%	60.08%					
N° 200	0.074	101.50	20.22%	60.14%	39.86%					
Fondo	0.01	200.08	39.88%	100.00%	0.00%					
PESO INICIAL	501.98									

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



[Signature]
 Ing. Cesar Manuel Flores Cahu
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 03

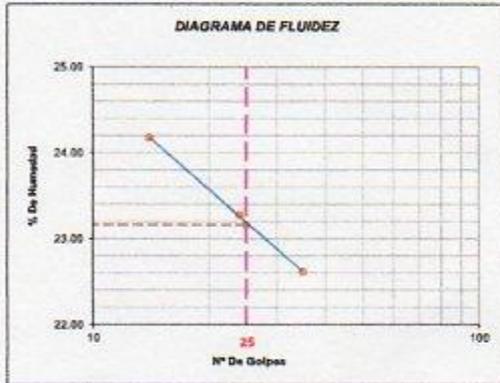
Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	36.50	38.00	42.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	45.90	45.15	45.85	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	44.07	43.80	45.14	grs
PESO DEL AGUA	1.83	1.35	0.71	grs
PESO DEL SUELO SECO	7.57	5.80	3.14	grs
% DE HUMEDAD	24.17	23.28	22.61	%
NÚMERO DE GOLPES	14	24	35	



Indice de Flujo FI	
Limite de contracción (%)	
Limite Líquido (%)	23.16
Limite Plástico (%)	17.41
Indice de Plasticidad Ip (%)	5.75
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Indice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	40.00	41.00	45.50	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	53.96	49.85	51.22	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	51.00	48.55	50.36	grs
PESO DEL AGUA	2.06	1.30	0.86	grs
PESO DEL SUELO SECO	11.90	7.55	4.86	grs
% DE HUMEDAD	17.31	17.22	17.70	%
PROMEDIO		17.41		%



[Handwritten Signature]
 Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CUP: 115523



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 02

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.30 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

N° Golpes/capa: 25 **N° Capas:** 5 **Peso del martillo:** 10lbs.
Dimensiones del molde: **Diámetro:** 15.3 **Altura:** 11.4 **Vol.** 2094
Sobrecarga: 10 lbs.

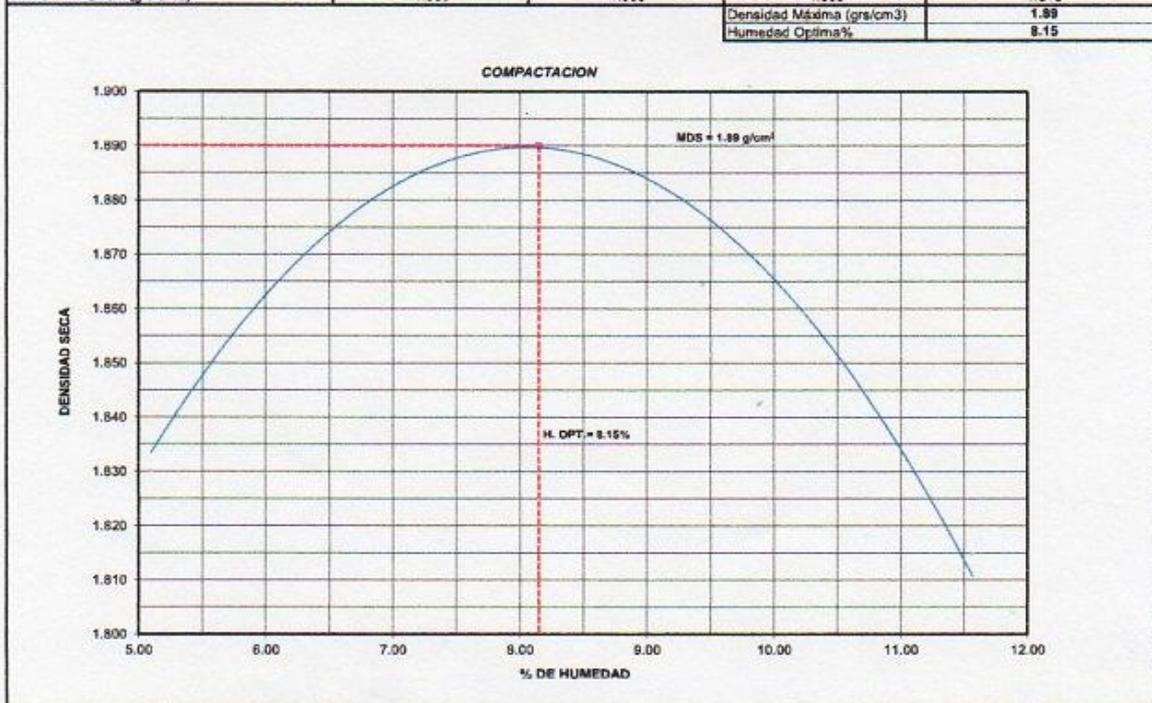
RELACION DENSIDAD – HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	24.37	24.85	25.43	25.66
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	148.62	145.07	138.25	134.26
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	140.69	136.65	128.52	123.00
PESO DEL AGUA (grs)	5.93	8.42	9.73	11.26
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	116.3	111.8	103.1	97.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	5.10	7.53	9.44	11.57
% PROMEDIO	5.10	7.53	9.44	11.57

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	5.10	7.53	9.44	11.57
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6740	6991	6985	6952
PESO DEL MOLDE (grs)	2712	2712	2712	2712
PESO DEL SUELO (grs)	4028	4279	4273	4240
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.923	2.043	2.040	2.025
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.830	1.900	1.865	1.815
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.89
Humedad Óptima%				8.15



[Signature]
 Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 116179



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R) : ASTM D - 1883

Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 01 - Estrato N° 02

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón

Para uso: Tesis

Fecha: Junio del 2018

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8400	8045	8175
Peso del molde (gramos)	4118	4025	3954
Peso del suelo húmedo (grs.)	4282	4020	4221
Volumen del molde (cc)	2328	2065	2065
Densidad húmeda (grs./cm ³)	1.84	1.95	2.04
Densidad seca (grs./cm ³)	1.70	1.80	1.89
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	104.26	101.61	120.12
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	98.30	95.85	112.75
Peso del agua (grs.)	5.96	5.76	7.37
Peso del tarro (grs.)	24.73	25.50	23.67
Peso del suelo seco (grs.)	73.57	70.35	89.08
% de humedad	8.10	8.19	8.27
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		LECTURA	EXPANSIÓN	%	LECTURA	EXPANSIÓN	%	LECTURA	EXPANSIÓN	%
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
		200	0	0	174	0	0	235	0	0
		279	79	1.73	251	77	1.69	278	43	0.93
		341	141	3.09	247	73	1.60	306	71	1.55
		380	180	3.94	261	87	1.91	320	85	1.86
		332	132	2.88	291	117	2.56	329.5	95	2.07

PENETRACIÓN

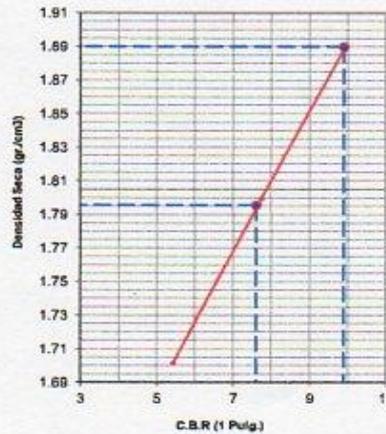
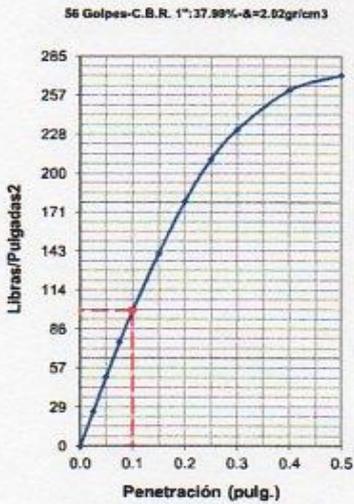
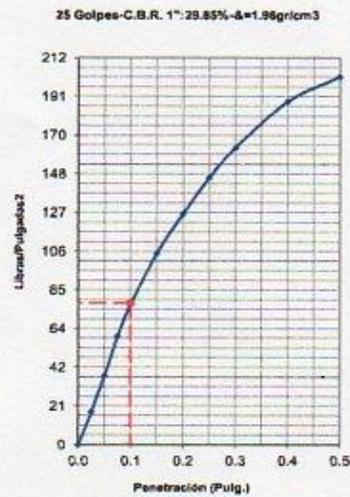
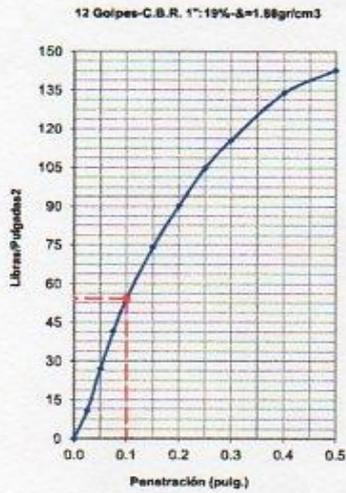
PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	6	33	11	10	54	18	14	76	25
0.050	15	81	27	21	114	38	28	152	51
0.075	23	125	42	33	179	60	42	228	76
0.100	30	163	54	43	232	77	55	297	99
0.150	41	223	74	58	315	105	78	423	141
0.200	50	271	90	70	380	127	99	537	179
0.250	58	315	105	81	440	147	116	630	210
0.300	64	347	116	90	488	163	128	695	232
0.400	74	402	134	104	564	188	144	782	261
0.50	79	429	143	112	605	202	150	814	271



[Firma]
 Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 110129



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017	Ensayo:	C.B.R
Localización:	Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín	Humedad Óptima Porct. Mod.:	8.15%
Muestra:	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	Max. Des. Porct. Mod.:	1.890 gr/cm
Material:	Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón		
Para uso:	Tesis		
Fecha:	Junio 2018		



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	8.10	1.70	2.88	90	5.43		95%	100%
25	8.19	1.80	2.56	95	7.74		7.74%	9.90
56	6.22	1.89	2.07	100	9.90			



[Signature]
 ING. RAFAEL FLORES CALA
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION									
Estudio de Mecánica de suelos									
Tesis:		Diseño de Pavimento Rígido Permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ Utilizando Agregado de Rio Huataga - Jr. Los Andes, Morales - 2017				Elaboró:		Est. Ing. Aníbal Morales Cordova	
Localización:		Sector: Jr. Los Andes Cdra. 02 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín				Fecha:		Junio del 2018	
Cálculo: C-01		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As.: 100.00 (mnm)		Para Uso: Tesis	
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			FOTO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.
			AASHTO	USCS	SÍMBOLO				
100.00	I	Arcilla limosa, con restos de raíces y pelos propia de la vegetación de la zona, de color negro y/o gris oscuro		Pt			0.30		Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.
99.70	II	Arena arcillosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 40.41% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 25.40% e Ind. Plast. = 7.15%.	A-4(0)	SC			0.60	12.55	
99.10	III	Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color rojo oscuro, de baja plasticidad con 39.85% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 23.16% e Ind. Plast. = 5.75%.	A-4(0)	SC-SM			0.60	12.42	
98.10									

Observaciones: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escalar).



[Signature]
 Ing. Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 C.O. 110129



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.40 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	70.14	69.20	66.62	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	201.08	182.28	190.86	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	189.00	171.59	179.55	grs
PESO DEL AGUA	12.08	10.69	11.31	grs
PESO DEL SUELO SECO	118.86	102.39	112.93	grs
% DE HUMEDAD	10.16	10.44	10.02	%
PROMEDIO	10.21			%



[Handwritten signature]
Ing. César Maldonado Torres Cahu
INGENIERO CIVIL
110120



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis

Perforación: Cielo abierto

Prof. De muestra: 0.40 - 0.90m

Fecha: Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo: Modulo de Finesa AF: Modulo de Finesa AG: Equivalente de Arena: Descripción Muestra:
Ø						
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		
N° 4	4.760	0.30	0.05%	99.95%		
N° 8	2.380	1.60	0.28%	99.67%		
N° 10	2.000	0.70	0.12%	98.55%		
N° 16	1.190	7.70	1.33%	98.22%		
N° 20	0.840	10.80	1.86%	96.35%		
N° 30	0.590	19.80	3.41%	92.85%		
N° 40	0.426	25.00	4.48%	88.47%		
N° 50	0.297	43.10	7.43%	81.04%		
N° 60	0.250	25.90	4.64%	76.40%		
N° 80	0.177	75.00	12.93%	63.47%		
N° 100	0.149	50.00	8.62%	54.85%		
N° 200	0.074	127.80	22.00%	32.85%		
Fondo	0.01	190.58	32.85%	0.00%		
PESO INICIAL	580.08					

LL	=	22.94	WT	=	
LP	=	16.43	WT+SAL	=	
IP	=	6.51	WSAL	=	
IG	=		WT+SDL	=	
			WSDL	=	
D 90	=		%ARC	=	32.85
D 60	=		%ERR	=	
D 30	=		Cc	=	
D 10	=		Cu	=	

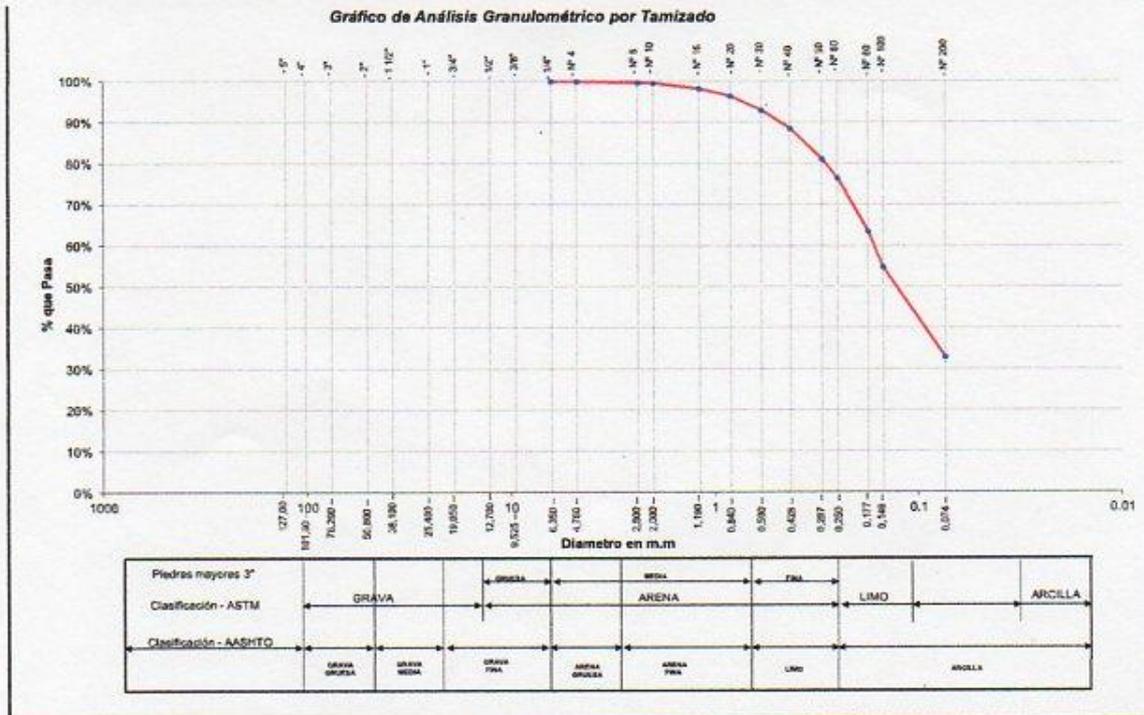
Sub Grupo: Grava y Arena - Limoso o Arcilloso
Material: Arena arcilloso limosa

SUCS = SC-SM AASHTO = A-2-4(0)

Observaciones:

Arena arcilloso limosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 32.85% de finos (Que pasa la malla N° 200); Lim. Líq = 22.94% e Ind. Plast. = 6.51%.

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Cesar Manuel Flores Cárpio
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 111129



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 02

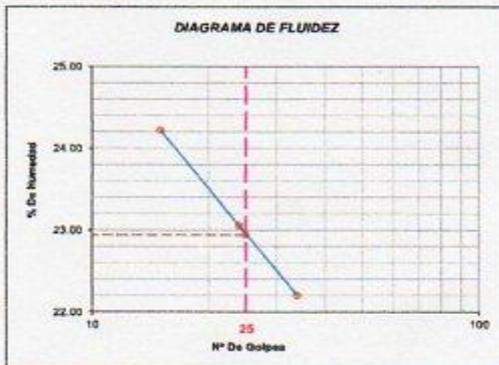
Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.40 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	41.63	40.78	35.95	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	59.63	60.74	65.12	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	56.12	57.00	58.82	grs
PESO DEL AGUA	3.51	3.74	5.30	grs
PESO DEL SUELO SECO	14.49	16.22	23.67	grs
% DE HUMEDAD	24.22	23.06	22.20	%
NÚMERO DE GOLPES	15	24	34	



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	22.94
Límite Plástico (%)	16.43
Indice de Plasticidad Ip (%)	6.51
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	36.63	35.00	30.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	52.89	58.45	55.74	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	50.41	56.00	52.25	grs
PESO DEL AGUA	2.28	3.45	3.49	grs
PESO DEL SUELO SECO	13.78	21.00	21.40	grs
% DE HUMEDAD	16.55	16.43	16.31	%
PROMEDIO		16.43		%



Ingeniero Civil
 Ing. César María Flores Colla
 INGENIERO CIVIL
 010 - 011522



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	81.92	72.11	69.72	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	212.39	219.64	201.77	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	196.50	201.55	185.80	grs
PESO DEL AGUA	15.89	18.09	15.97	grs
PESO DEL SUELO SECO	114.58	129.44	116.08	grs
% DE HUMEDAD	13.87	13.98	13.76	%
PROMEDIO	13.87			%



[Handwritten signature]
INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

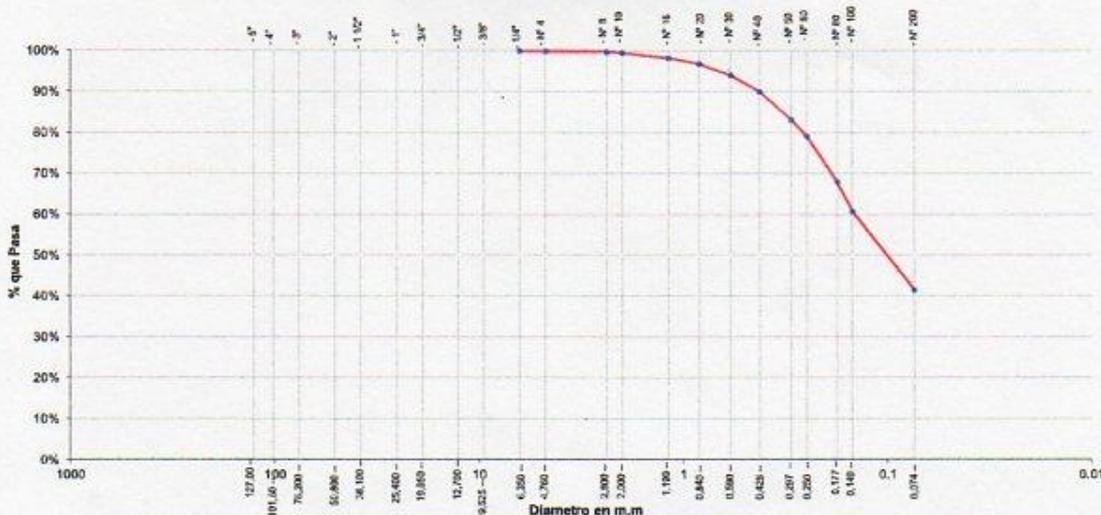
Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo: Modulo de Finesa AF: Modulo de Finesa AG: Equivalente de Arena: Descripción Muestra:
Ø	(mm)						
5"	127.00						Grupo: Suelo Fino Sub Grupo: Limosos - Arcillosos Material: Arena arcillosa SUCS = SC AASHO = A-4(0)
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
N° 4	4.750	0.30	0.05%	0.05%	99.95%		
N° 8	2.360	1.40	0.23%	0.28%	99.72%		
N° 10	2.000	1.20	0.20%	0.48%	99.52%		
N° 16	1.190	8.00	1.32%	1.80%	98.20%		
N° 20	0.840	8.90	1.45%	3.25%	96.75%		
N° 30	0.590	16.70	2.76%	6.01%	93.99%		
N° 40	0.425	24.40	4.03%	10.04%	89.96%		
N° 50	0.297	42.00	6.94%	16.98%	83.02%		
N° 60	0.250	23.80	3.93%	20.92%	79.08%		
N° 80	0.177	67.40	11.13%	32.05%	67.95%		
N° 100	0.149	43.90	7.25%	39.30%	60.70%		
N° 200	0.074	116.70	19.28%	58.58%	41.42%		
Fondo	0.01	250.70	41.42%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		605.30					

Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro, de baja plasticidad con 41.42% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq = 25.38% e Ind. Plast = 8.22%.

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Piedras mayores 3"									
Clasificación - ASTM	GRAVA		GRANES	ARENA		FINA	LIMO		ARCILLA
Clasificación - AASHO	GRANES GRUESA	GRANES FINA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	LIMO		ARCILLA		



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 03

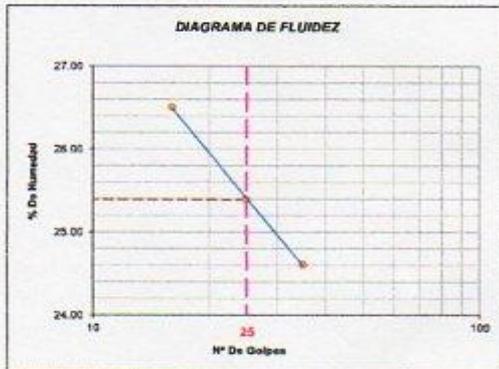
Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	35.00	40.12	41.41	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	56.00	57.75	54.12	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	51.60	54.18	51.61	grs
PESO DEL AGUA	4.40	3.57	2.51	grs
PESO DEL SUELO SECO	15.60	14.06	10.20	grs
% DE HUMEDAD	26.51	25.39	24.61	%
NUMERO DE GOLPES	16	25	35	



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	25.39
Límite Plástico (%)	17.17
Índice de Plasticidad Ip (%)	8.22
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	36.00	35.41	40.74	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	54.75	47.45	52.11	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	52.00	45.68	50.45	grs
PESO DEL AGUA	2.75	1.77	1.66	grs
PESO DEL SUELO SECO	16.00	10.27	9.71	grs
% DE HUMEDAD	17.19	17.23	17.10	%
PROMEDIO		17.17		%



[Firma manuscrita]
 INGENIERO CIVIL
 042 114429



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.40 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

N° Golpes/capa: 25 **N° Capas:** 5 **Peso del martillo:** 10lbs.

Dimensiones del molde: **Diámetro:** 15.1 **Altura:** 12.2 **Vol.** 2177

Sobrecarga: 10 lbs.

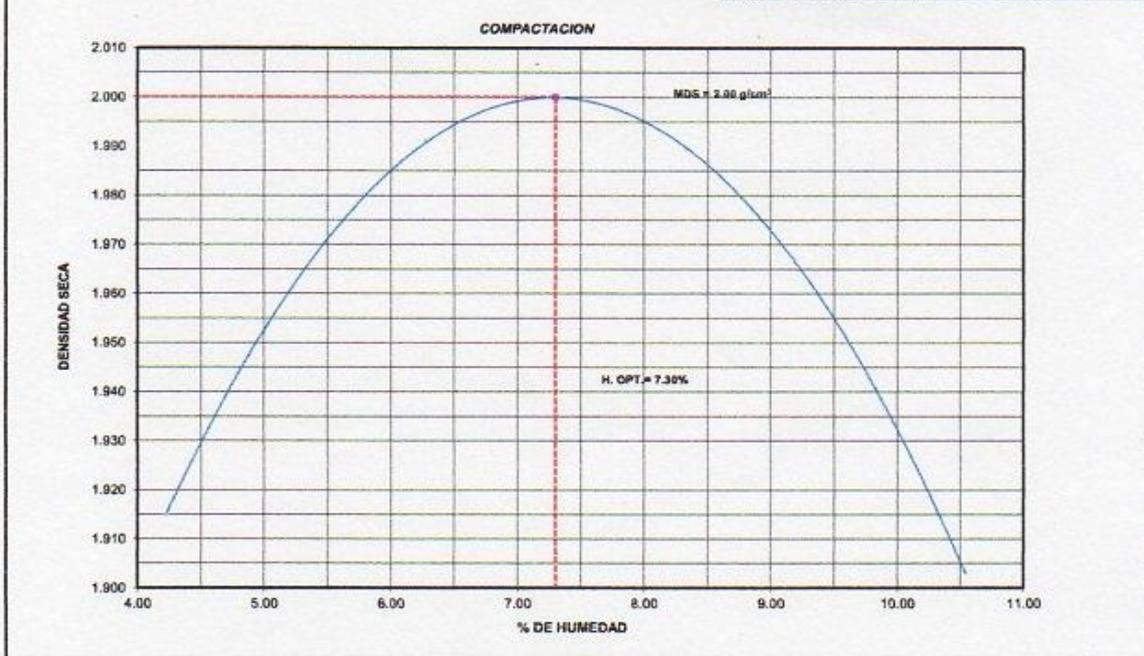
RELACIÓN DENSIDAD – HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	33.56	25.56	21.28	23.85
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	116.46	120.56	117.56	122.75
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	113.10	114.95	110.15	113.32
PESO DEL AGUA (grs)	3.36	5.61	7.41	9.43
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	79.5	89.4	88.9	88.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.22	6.28	8.34	10.54
% PROMEDIO	4.22	6.28	8.34	10.54

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.22	6.28	8.34	10.54
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7060	7322	7407	7295
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4345	4607	4692	4580
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.996	2.116	2.155	2.104
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.915	1.991	1.989	1.903
			Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.00
			Humedad Óptima%	7.30



[Handwritten Signature]
 Ing. Juan Flores Calle
 INGENIERO CIVIL



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R) : ASTM D - 1883

Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable Fc=210kg/cm2 utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 02 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis

Fecha: Junio del 2018

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8219	8611	8933
Peso del molde (gramos)	3795	3950	3795
Peso del suelo húmedo (grs.)	4424	4661	5138
Volumen del molde (cc)	2286	2286	2396
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.94	2.04	2.14
Densidad seca (grs./cm3)	1.80	1.90	2.00
Tarro N°			
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	126.56	124.36	121.85
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	119.50	117.69	115.75
Peso del agua (grs.)	7.06	6.67	6.10
Peso del tarro (grs.)	22.46	25.12	31.05
Peso del suelo seco (grs.)	97.04	92.57	84.70
% de humedad	7.28	7.21	7.20
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
		291	0	0	440	0	0	360	0	0			
		292.5	2	0.03	443	3	0.07	364	4	0.09			
		310	19	0.42	450	10	0.22	366	6	0.13			
		311	20	0.44	455	15	0.33	370	10	0.22			
		312	21	0.46	456	16	0.35	373	13	0.28			

PENETRACIÓN

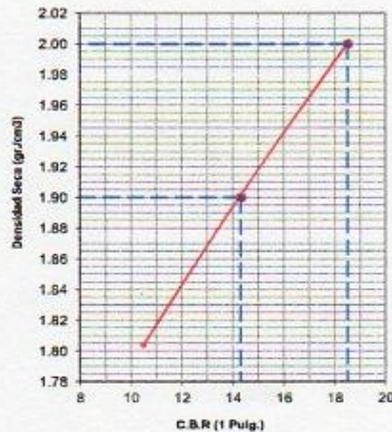
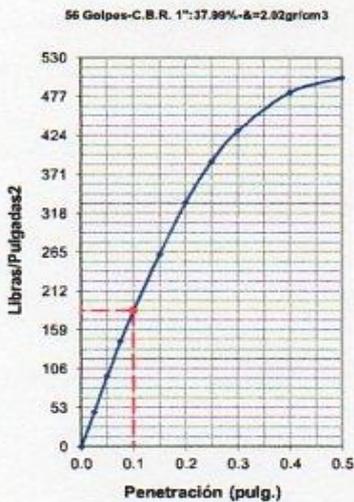
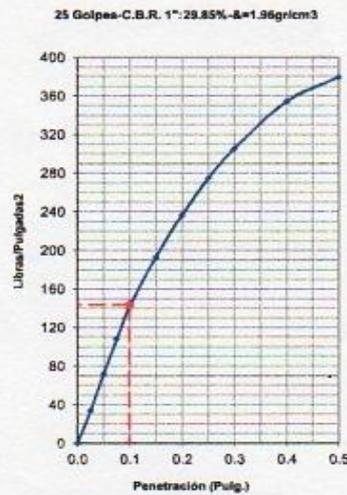
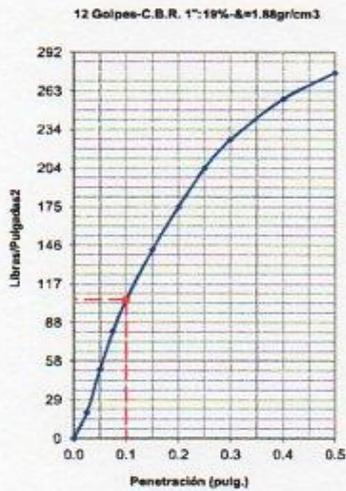
PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes			MOLDE N°02- N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg"		Libras.	Libras./pulg"		Libras.	Libras./pulg"
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	11	60	20	19	103	34	26	141	47
0.050	29	157	52	40	217	72	53	288	96
0.075	45	244	81	60	326	109	79	429	143
0.100	58	315	105	79	430	143	102	555	185
0.150	79	429	143	107	581	194	145	787	262
0.200	97	526	175	131	711	237	184	999	333
0.250	113	613	204	152	825	275	215	1167	389
0.300	125	678	226	169	917	306	238	1292	431
0.400	142	771	257	196	1064	355	267	1449	483
0.50	153	830	277	210	1140	380	278	1509	503



[Handwritten Signature]
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 10429



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017	Ensayo :	C.B.R
Localización:	Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín	Humedad Óptima Porct. Mod.:	
Muestra:	Calicata N° 02 - Estrato N° 02		7.30%
Material:	Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro	Max. Des. Porct. Mod.:	2.000 gr/cm
Para uso:	Tesis		
Fecha:	Junio 2018		



GOLPES	W. %	&.gr./cm ³	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.28	1.80	0.46	90	10.49		95%	100%
25	7.21	1.90	0.35	95	14.32		14.20%	18.52
56	6.22	2.00	0.28	100	18.52			



[Handwritten signature]
 ING. CIVIL
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION											
Estudio de Mecánica de suelos											
Tesis:		Diseño de Pavimento Rígido Permeable f _c =210kg/cm ² Utilizando Agregado de Río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - 2017				Elaboró:		Est. Ing. Ani Sabel Morates Cordova			
Localización:		Sector: Jr. Los Andes Cdra. 04 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín				Fecha:		Junio del 2018			
Calle:		C-02		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 100.00 (marc)			
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION		FOTO			
						AASHTO SUCS SIMBOLO					
100.00			I	Arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color negro y/o gris oscuro			PI		0.40		Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.
99.60			II	Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 32.85% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Líq. = 22.94% e Ind. Plast. = 8.51%		A-2-4(0)	SC-SM		0.60	10.21	
99.10			III	Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro, de baja plasticidad con 41.42% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Líq. = 25.38% e Ind. Plast. = 8.22%		A-4(0)	SC		0.60	13.87	
99.00											

Observaciones: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL
 10002



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.80m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	70.38	62.78	74.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	224.48	185.46	224.48	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	209.85	174.07	210.00	grs
PESO DEL AGUA	14.63	11.39	14.48	grs
PESO DEL SUELO SECO	139.47	111.29	136.00	grs
% DE HUMEDAD	10.49	10.23	10.65	%
PROMEDIO	10.46			%


[Handwritten signature]
ING. [Nombre] [Apellido]
ING. [Nombre] [Apellido]
ING. [Nombre] [Apellido]



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

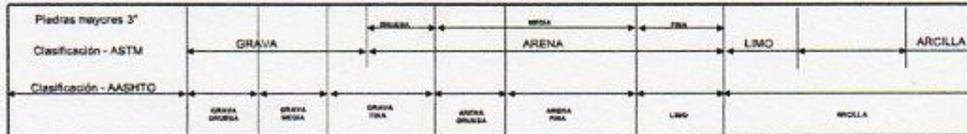
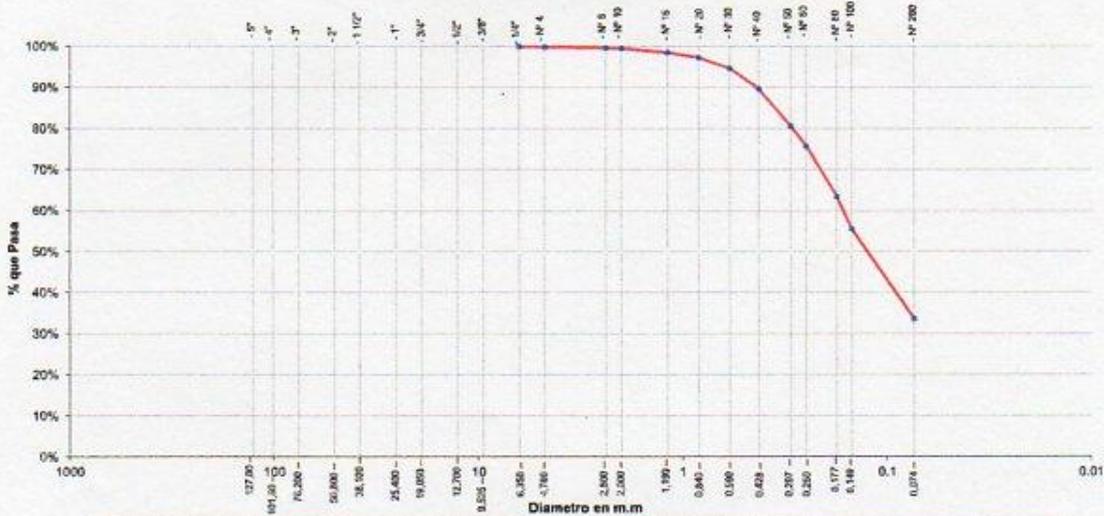
Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.80m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					Descripción Muestra: Grupo: Suelo Granular Sub Grupo: Grava y Arena - Limoso o Arcilloso Material: Arena arcilloso limoso SUCS = SC-SM AASHTO = A-2-4(3) LL = 23.11 WT = LP = 17.25 WT+SAL = IP = 5.86 WSAL = IG = WT+SDL = WSDL = D 90= %ARC = 33.66 D 60= %ERR = D 30= Cc = D 10= Cu = Observaciones: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 32.66% de finos (Que pasa la malla N° 200; Lim. Lij = 23.11% e Inv. Plast. = 5.86%).
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		
N° 4	4.760	0.60	0.11%	0.11%	99.89%	
N° 8	2.360	1.30	0.23%	0.34%	99.66%	
N° 10	2.000	0.60	0.11%	0.44%	99.56%	
N° 16	1.190	5.70	1.01%	1.45%	98.55%	
N° 20	0.840	7.50	1.32%	2.77%	97.23%	
N° 30	0.590	14.60	2.58%	5.35%	94.65%	
N° 40	0.426	26.20	4.98%	10.33%	89.67%	
N° 50	0.297	51.60	9.11%	19.44%	80.56%	
N° 60	0.250	27.20	4.80%	24.24%	75.76%	
N° 80	0.177	70.10	12.37%	36.61%	63.39%	
N° 100	0.149	44.50	7.86%	44.47%	55.53%	
N° 200	0.074	123.90	21.87%	66.34%	33.66%	
Fondo	0.01	190.70	33.66%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	566.50					

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata Nº 03 - Estrato Nº 02

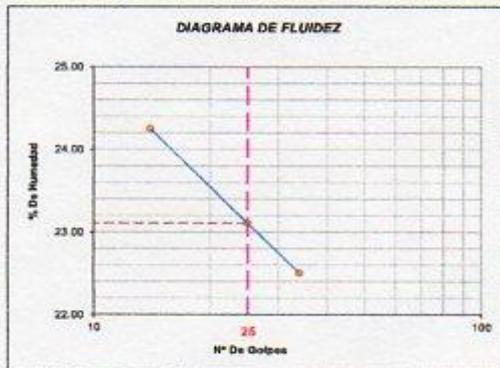
Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.80m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	40.00	41.50	41.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	56.96	58.12	60.00	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	53.65	55.00	56.62	grs
PESO DEL AGUA	3.31	3.12	3.38	grs
PESO DEL SUELO SECO	13.65	13.50	15.02	grs
% DE HUMEDAD	24.25	23.11	22.50	%
NUMERO DE GOLPES	14	25	34	



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	23.11
Límite Plástico (%)	17.25
Índice de Plasticidad Ip (%)	5.86
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	36.00	35.85	40.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	49.85	50.12	58.85	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	47.80	48.02	56.95	grs
PESO DEL AGUA	2.05	2.10	2.90	grs
PESO DEL SUELO SECO	11.80	12.17	15.95	grs
% DE HUMEDAD	17.37	17.26	17.11	%
PROMEDIO		17.25		%



[Firma manuscrita]

INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN SUELOS



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color amarillo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.80 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	84.30	73.96	62.87	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	209.99	186.82	196.45	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	193.09	171.75	178.44	grs
PESO DEL AGUA	16.90	15.07	18.01	grs
PESO DEL SUELO SECO	108.79	97.79	115.57	grs
% DE HUMEDAD	15.53	15.41	15.58	%
PROMEDIO	15.51			%



[Handwritten signature]
ING. [Illegible]
INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color amarillo oscuro

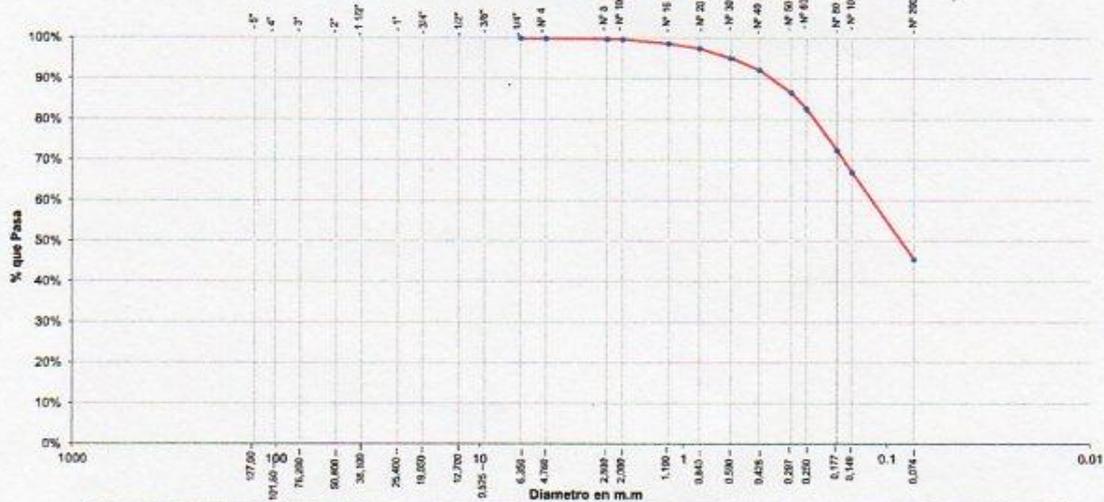
Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.80 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					
5"	127.00					Modulo de Finesa AF:
4"	101.60					Modulo de Finesa AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Grupo: Suelo Fino
1"	25.40					Sub Grupo: Limosos - Arcillosos
3/4"	19.050					Material: Arena arcillosa
1/2"	12.700					SUCS = SC AASHTO = A-4(1)
3/8"	9.525					LL = 25.42 WT =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		LP = 18.39 WT+SAL =
N° 4	4.750	0.20	0.04%	99.96%		IP = 8.03 WT+SDL =
N° 8	2.380	0.80	0.15%	99.81%		IG = WTSDL =
N° 10	2.000	0.50	0.10%	99.71%		D 90= %ARC = 45.50
N° 16	1.190	5.30	1.02%	98.70%		D 60= %ERR =
N° 20	0.840	6.40	1.23%	97.47%		D 30= Cc =
N° 30	0.590	12.10	2.32%	95.15%		D 10= Cu =
N° 40	0.426	15.50	2.97%	92.18%		Observaciones:
N° 50	0.297	29.20	5.60%	86.58%		Arena arcillosa de consistencia dura y de color amarillo oscuro, de baja plasticidad con 45.50% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lím. Líq. = 26.42% e Ind. Plast. = 8.03%.
N° 60	0.250	20.40	3.91%	82.67%		
N° 80	0.177	53.40	10.24%	72.43%		
N° 100	0.149	28.60	5.48%	66.94%		
N° 200	0.074	111.80	21.44%	45.50%		
Fondo	0.01	237.30	45.50%	0.00%		
PESO INICIAL	521.50					

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Piedras mayores 3"								
Clasificación - ASTM	GRAVA		ARENA	LIMO		ARCILLA		
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUESA	GRAVA MEDIA	ARENA FINA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA	



[Handwritten signature]
 ING. CARLOS ALBERTO VILLALBA CARRERA
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color amarillo oscuro

Para uso: Tesis

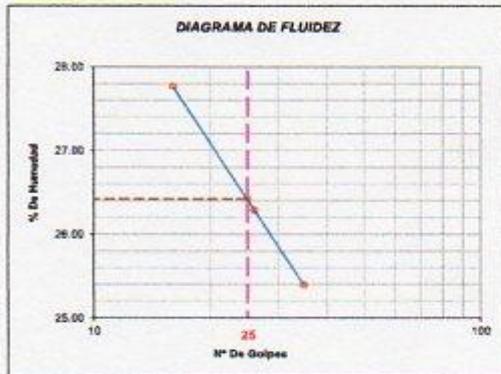
Perforación: Cielo abierto

Prof. De muestra: 0.80 - 1.50m

Fecha: Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	46.00	42.80	45.45	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	52.12	50.63	53.45	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	50.79	49.00	51.63	grs
PESO DEL AGUA	1.33	1.63	1.62	grs
PESO DEL SUELO SECO	4.79	5.20	6.38	grs
% DE HUMEDAD	27.77	26.29	25.39	%
NÚMERO DE GOLPES	16	26	35	



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	26.42
Límite Plástico (%)	18.39
Indice de Plasticidad Ip (%)	8.03
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Indice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	25.00	29.00	30.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	36.85	40.12	51.41	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	35.00	38.40	48.22	grs
PESO DEL AGUA	1.85	1.72	3.19	grs
PESO DEL SUELO SECO	10.00	9.40	17.37	grs
% DE HUMEDAD	18.50	18.30	18.36	%
PROMEDIO		18.39		%



[Handwritten signature]
 Ing. Carlos Ríos Gallo
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata Nº 03 - Estrato Nº 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.80m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

Nº Golpes/capa: 25 **Nº Capas:** 5 **Peso del martillo:** 10lbs.

Dimensiones del molde: **Diámetro:** 15.4 **Altura:** 11.3 **Vol.** 2105

Sobrecarga: 10 lbs.

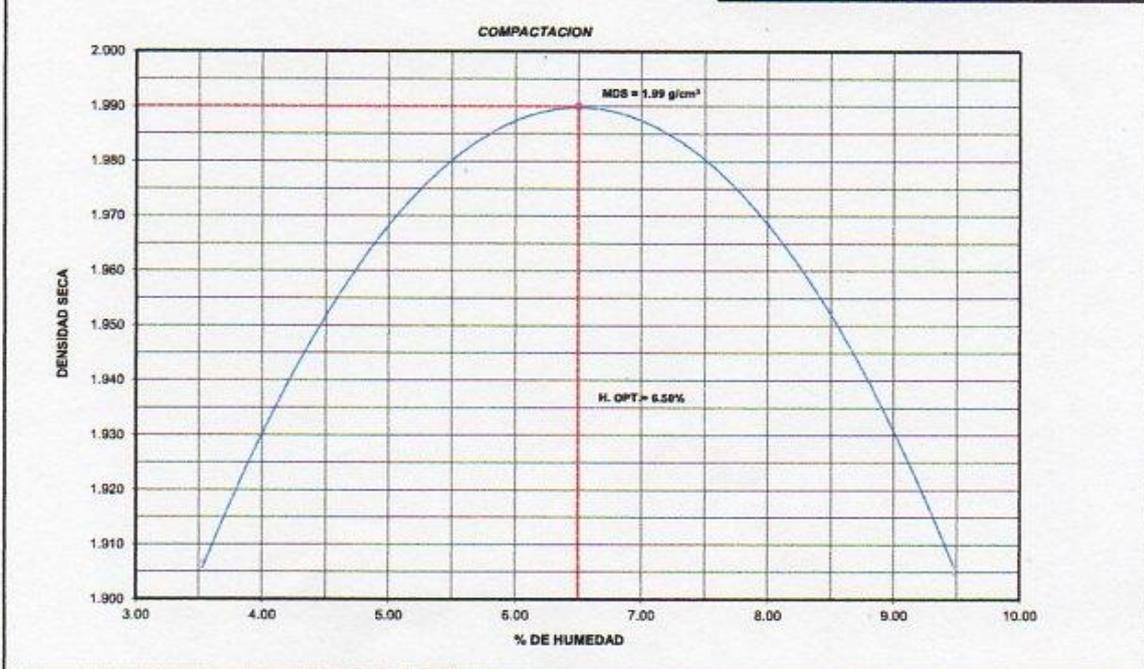
RELACIÓN DENSIDAD – HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.59	21.58	22.12	23.32
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	76.35	78.68	79.65	80.25
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	74.52	75.65	75.65	75.32
PESO DEL AGUA (grs)	1.83	3.03	4.00	4.93
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	51.9	54.1	53.5	52.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.52	5.60	7.47	9.48
% PROMEDIO	3.52	5.60	7.47	9.48

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.52	5.60	7.47	9.48
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6860	7102	7195	7094
PESO DEL MOLDE (grs)	2705	2705	2705	2705
PESO DEL SUELO (grs)	4155	4397	4490	4389
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.974	2.089	2.133	2.085
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.907	1.976	1.985	1.905
Densidad Máxima (grs/cm3)				1.99
Humedad Óptima%				6.50



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R) : ASTM D - 1883

Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 03 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis

Fecha: Junio del 2018

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8201	8575	8895
Peso del molde (gramos)	3825	3950	3795
Peso del suelo húmedo (grs.)	4376	4625	5100
Volumen del molde (cc)	2286	2286	2396
Densidad húmeda (grs./cm ³)	1.91	2.02	2.13
Densidad seca (grs./cm ³)	1.79	1.89	1.99
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	115.70	134.80	133.20
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	109.95	127.71	126.20
Peso del agua (grs.)	5.75	7.09	7.00
Peso del tarro (grs.)	25.80	23.50	22.60
Peso del suelo seco (grs.)	84.15	104.21	103.60
% de humedad	6.83	6.80	6.76
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN	
		DIAL		Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%		
		182	0	0	110	0	0	98	0	0			
		188	6	0.13	115	5	0.11	102	4	0.09			
		191	9	0.20	118	8	0.18	105	7	0.15			
		192	10	0.22	119	9	0.20	106	8	0.18			
		210	28	0.61	136	26	0.56	107	9	0.20			

PENETRACIÓN

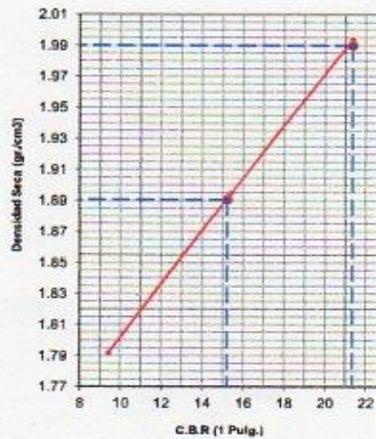
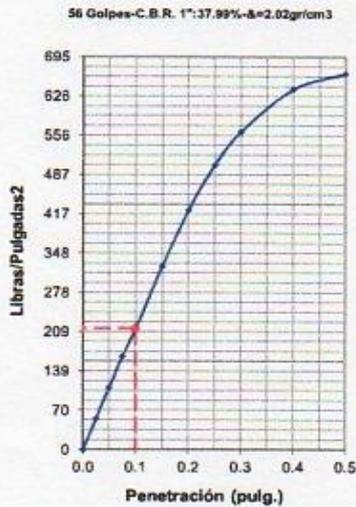
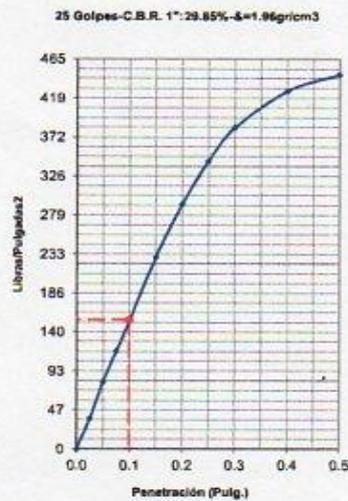
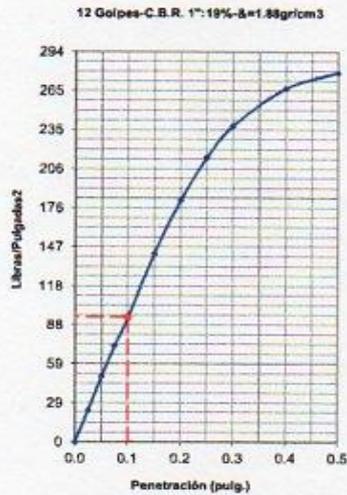
PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes			MOLDE N°02- N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras	Libras./pulg ²		Libras	Libras./pulg ²		Libras	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	73	24	20	110	37	30	165	55
0.050	27	148	49	45	242	81	61	331	110
0.075	40	218	73	65	351	117	91	496	165
0.100	52	282	94	85	461	154	118	640	213
0.150	79	427	142	127	687	229	179	974	325
0.200	101	547	182	162	877	292	234	1271	424
0.250	119	643	214	190	1032	344	278	1509	503
0.300	132	715	238	212	1151	384	311	1688	563
0.400	147	800	267	236	1281	427	353	1914	638
0.50	154	836	279	247	1341	447	368	1997	666



[Handwritten Signature]
 INGENIERO CIVIL



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017	Ensayo:	C.B.R
Localización:	Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín	Humedad Óptima Porct. Mod.:	
Muestra:	Calicata N° 03- Estrato N° 02		6.50%
Material:	Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro	Max. Des. Porct. Mod.:	1.990 gr/cm
Para uso:	Tesis		
Fecha:	Junio 2018		



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	6.83	1.79	0.61	90	9.41		95%	100%
25	6.80	1.89	0.56	95	15.38		15.38%	21.35
56	6.22	1.99	0.20	100	21.35			



INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION									
Estudio de Mecánica de suelos									
Tesis	Diseño de Pavimento Rígido Permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ Utilizando Agregado de Rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017					Elaboró	Est. Ing. Ari Sabel Morales Cordova		
Localización	Sector: Jr. Los Andes Cdra. 06 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín					Fecha	Junio del 2018		
Calicata : C-03	Nivel freático:	Prof. Exc.	1.50 (m)	Cota As.	100.00 (msnm)	Para Uso	Tesis		
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			FOTO	ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.
			AASHTO	SUCS	SÍMBOLO				
100.00	I	Arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color negro y/o gris oscuro			Pt		0.20		Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.
99.80									
	II	Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 33.66% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq = 23.11% e Ind. Plast = 5.86%	A-2-4(0)		SC-SM		0.60	10.46	
99.20									
	III	Arena arcillosa de consistencia dura y de color amarillento oscuro, de baja plasticidad con 46.50% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq = 26.42% e Ind. Plast = 8.03%	A-4(1)		SC		0.70	15.51	
99.10									
Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes. los mismos que han sido extraídos, colectados, transportados y preparados de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).									





Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	66.21	58.09	60.61	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	171.93	210.06	172.43	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	161.44	194.40	160.65	grs
PESO DEL AGUA	10.49	15.66	11.78	grs
PESO DEL SUELO SECO	95.23	136.31	100.04	grs
% DE HUMEDAD	11.02	11.49	11.78	%
PROMEDIO	11.43			%



Ing. Manuel Flores Cruz
INGENIERO CIVIL
N° 110123



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

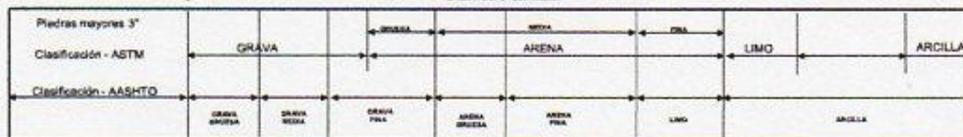
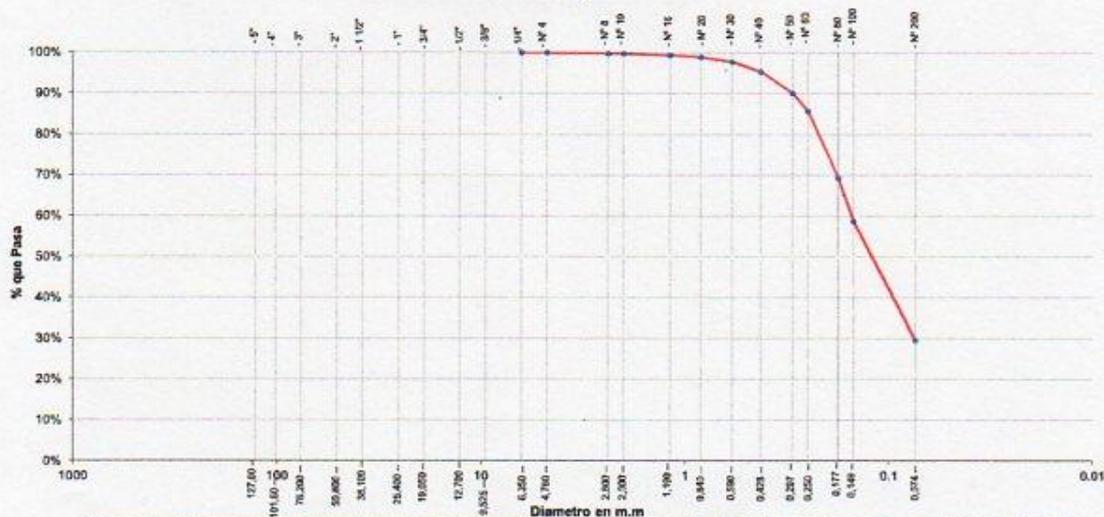
Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					Descripción Muestra:
2"	50.80					Grupo: Suelo Granular
1 1/2"	38.10					Sub Grupo: Grava y Arena - Limoso o Arcilloso
1"	25.40					Material: Arena arcilloso limoso
3/4"	19.050					SUCS =
1/2"	12.700					SC-SM
3/8"	9.525					AASHTO =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		A-2-4(0)
N° 4	4.760	0.10	0.02%	99.98%		LL = 22.30 WT =
N° 8	2.380	0.70	0.13%	99.85%		LP = 15.48 WT+BAL =
N° 10	2.000	0.40	0.07%	99.78%		IP = 8.82 WSAI =
N° 16	1.190	2.00	0.37%	99.41%		IG = WT+SDI =
N° 20	0.840	2.70	0.49%	98.92%		D 90= %ARC. = 29.44
N° 30	0.590	8.50	1.19%	2.27%	97.73%	D 80= %ERR. =
N° 40	0.426	12.90	2.36%	4.64%	95.36%	D 30= Cc =
N° 50	0.297	26.10	5.33%	9.97%	90.03%	D 10= Cu =
N° 60	0.250	23.90	4.38%	14.35%	85.65%	Observaciones:
N° 80	0.177	89.20	16.35%	30.70%	69.30%	Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 29.44% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lím. Líq. = 22.30% e Incl. Plast. = 8.82%.
N° 100	0.149	57.40	10.52%	41.22%	58.78%	
N° 200	0.074	160.10	29.34%	70.56%	29.44%	
Fondo	0.01	160.60	29.44%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	545.60					

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



[Handwritten Signature]
 MARIANA FLORES CALVO
 INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 02

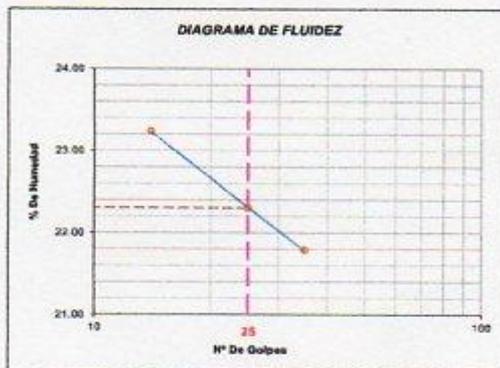
Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.20 - 0.90m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	49.00	45.00	48.21	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	59.52	61.45	67.44	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	55.84	58.45	64.00	grs
PESO DEL AGUA	3.68	3.00	3.44	grs
PESO DEL SUELO SECO	15.84	13.45	15.79	grs
% DE HUMEDAD	23.23	22.30	21.79	%
NUMERO DE GOLPES	14	25	35	



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	22.30
Límite Plástico (%)	15.48
Indice de Plasticidad I_p (%)	5.82
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia I_c	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	35.00	35.00	35.80	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	49.85	48.41	49.69	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	47.85	48.60	47.85	grs
PESO DEL AGUA	2.00	1.81	1.84	grs
PESO DEL SUELO SECO	12.85	11.80	12.05	grs
% DE HUMEDAD	15.56	15.80	15.27	%
PROMEDIO		15.48		%



[Firma manuscrita]
 INGENIERO CIVIL
 N° 111522



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	69.01	69.59	95.45	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	240.12	226.92	268.89	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	218.71	207.60	247.16	grs
PESO DEL AGUA	21.41	19.32	21.73	grs
PESO DEL SUELO SECO	149.70	138.01	151.71	grs
% DE HUMEDAD	14.30	14.00	14.32	%
PROMEDIO	14.21			%



[Handwritten signature]
INGENIERO CIVIL
SUELOS



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

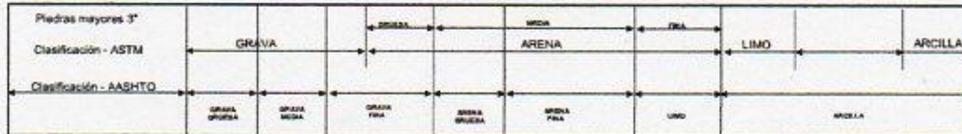
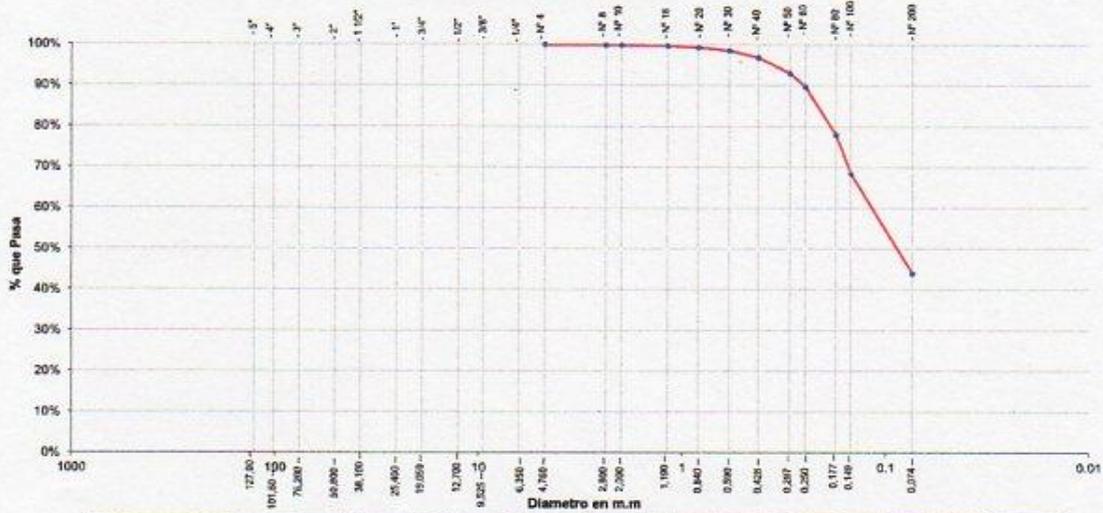
Para uso: Tesis **Prof. De muestra:** 0.90 - 1.50m

Perforación: Cielo abierto **Fecha:** Junio del 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO : ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	Modulo de Fineza AF:	Modulo de Fineza AG:	Equivalente de Arena:	Descripción Muestra:
5"	127.00									Grupo: Suelo Fino Sub Grupo: Limosos - Arcillosos Material: Arena arcillosa SUCS = SC AASHTO = A-4(1) LL = 26.28 WT = LP = 18.45 WT+ SAL = IP = 7.83 WSAL = IG = WT+SDL = D 90= %ARC. = 43.93 D 60= %SERR. = D 30= Cc = D 10= Cu = Observaciones : Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro, de baja plasticidad con 43.93% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq. = 26.28% e Ind. Plast. = 7.83%.
4"	101.60									
3"	76.20									
2"	50.80									
1 1/2"	38.10									
1"	25.40									
3/4"	19.050									
1/2"	12.700									
3/8"	9.525									
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%					
N° 8	2.380	0.30	0.06%	0.06%	99.94%					
N° 10	2.000	0.20	0.04%	0.09%	99.91%					
N° 16	1.190	1.10	0.20%	0.30%	99.70%					
N° 20	0.840	1.80	0.33%	0.63%	99.37%					
N° 30	0.590	4.50	0.83%	1.48%	98.54%					
N° 40	0.426	9.00	1.67%	3.13%	96.87%					
N° 50	0.297	20.90	3.87%	7.00%	93.00%					
N° 60	0.250	17.80	3.30%	10.29%	89.71%					
N° 80	0.177	63.90	11.83%	22.12%	77.88%					
N° 100	0.149	50.90	9.42%	31.54%	68.46%					
N° 200	0.074	132.50	24.53%	56.07%	43.93%					
Fondo	0.91	237.30	43.93%	100.00%	0.00%					
PESO INICIAL	540.20									

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



[Handwritten Signature]
 ING. [Name] - INGENIERO CIVIL



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 03

Material: Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro

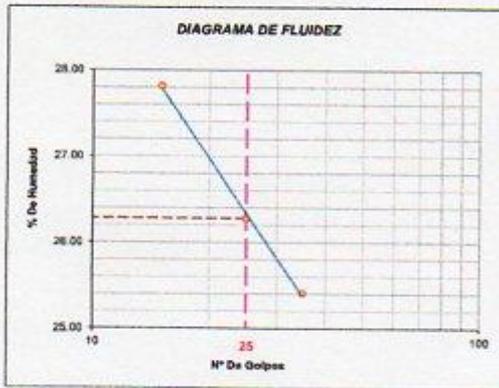
Para uso: Tesis

Perforación: Cielo abierto

Prof. De muestra: 0.90 - 1.50m
Fecha: Junio del 2018

LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	45.63	47.12	50.00	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	65.85	68.12	69.00	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	61.45	63.75	65.15	grs
PESO DEL AGUA	4.40	4.37	3.85	grs
PESO DEL SUELO SECO	15.82	18.63	15.15	grs
% DE HUMEDAD	27.81	26.28	25.41	%
NUMERO DE GOLPES	15	25	35	



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	26.28
Límite Plástico (%)	18.45
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.83
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	40.15	42.52	45.85	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	60.12	59.85	57.45	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	57.00	57.15	55.65	grs
PESO DEL AGUA	3.12	2.70	1.80	grs
PESO DEL SUELO SECO	16.85	14.83	9.80	grs
% DE HUMEDAD	18.52	18.46	18.37	%
PROMEDIO		18.45		%



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis

Perforación: Cielo abierto

Prof. De muestra: 0.20 - 0.90m

Fecha: Junio del 2018

N° Golpes/capa: 25 **N° Capas:** 5 **Peso del martillo:** 10lbs.

Dimensiones del molde: **Diámetro:** 15.47 **Altura:** 11.4 **Vol.** 2133

Sobrecarga: 10 lbs.

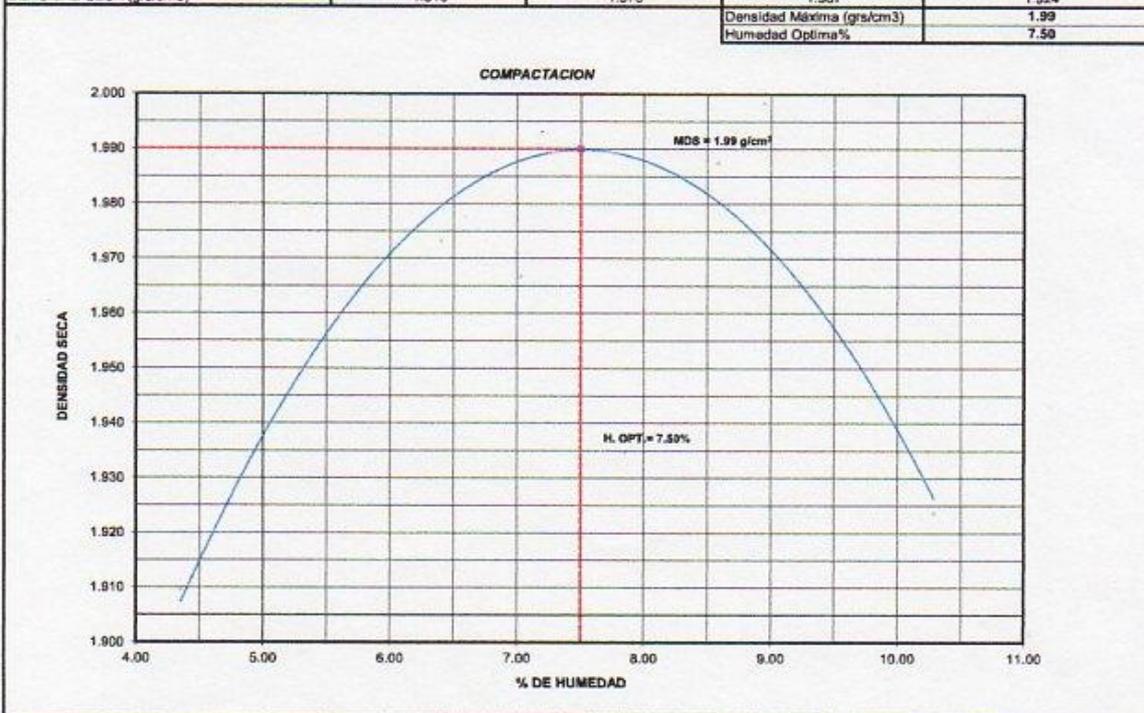
RELACIÓN DENSIDAD – HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.36	22.36	22.25	22.84
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	149.45	121.30	128.75	134.41
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	144.15	115.35	120.33	124.00
PESO DEL AGUA (grs)	5.30	5.95	8.42	10.41
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	121.8	93.0	98.1	101.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.35	6.40	8.58	10.29
% PROMEDIO	4.35	6.40	8.58	10.29

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.35	6.40	8.58	10.29
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6935	7163	7288	7210
PESO DEL MOLDE (grs)	2684	2684	2684	2684
PESO DEL SUELO (grs)	4251	4479	4604	4526
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.993	2.099	2.158	2.122
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.910	1.973	1.987	1.924
			Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.99
			Humedad Óptima%	7.50



[Handwritten Signature]
 ING. [Name] PLONG C.
 INGENIERO CIVIL



VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R) : ASTM D - 1883

Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017

Localización: Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

Muestra: Calicata N° 04 - Estrato N° 02

Material: Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro

Para uso: Tesis

Fecha: Junio del 2018

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8575	8865	9425
Peso del molde (gramos)	4533	4398	4925
Peso del suelo húmedo (grs.)	4042	4267	4500
Volumen del molde (cc)	2101	2101	2098
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.92	2.03	2.14
Densidad seca (grs./cm3)	1.79	1.89	1.99
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	125.26	133.63	137.07
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	118.35	125.85	129.00
Peso del agua (grs.)	6.91	7.78	8.07
Peso del tarro (grs.)	26.31	22.40	22.49
Peso del suelo seco (grs.)	92.04	103.45	106.51
% de humedad	7.51	7.52	7.58
PROMEDIO DE HUMEDAD			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
		317	0	0	78	0	0	38	0	0			
		340	23	0.50	100	22	0.48	59	21	0.46			
		354	37	0.81	114	36	0.79	65	27	0.59			
		358	41	0.90	118	40	0.88	72	34	0.74			
		360	43	0.94	120	42	0.92	76	38	0.83			

PENETRACIÓN

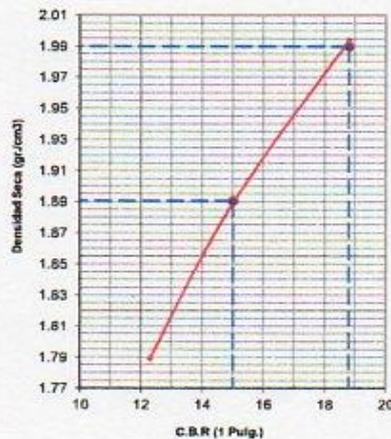
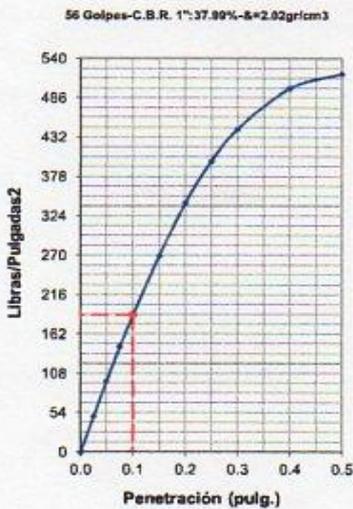
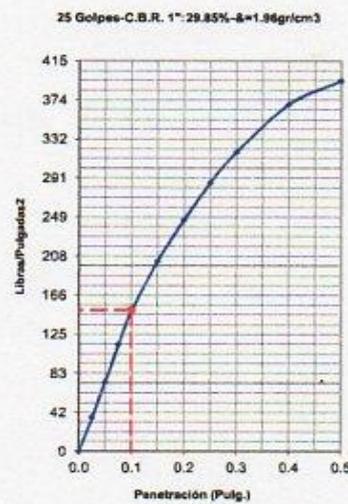
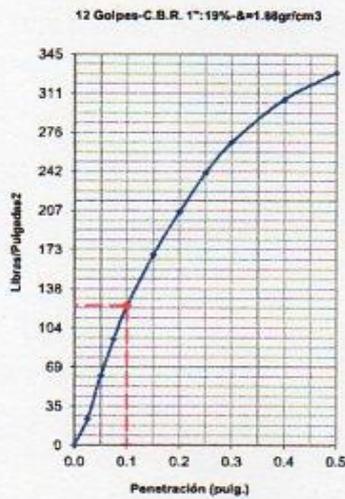
PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg ²	DIAL		Libras.	Libras./pulg ²
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	71	24	20	109	36	27	147	49
0.050	34	185	62	41	223	74	54	293	98
0.075	52	282	94	63	342	114	80	434	145
0.100	68	369	123	83	450	150	104	564	188
0.150	93	505	168	112	608	203	149	809	270
0.200	114	619	206	138	738	246	189	1026	342
0.250	133	722	241	158	858	286	221	1199	400
0.300	148	803	268	176	955	318	245	1330	443
0.400	169	917	306	204	1107	369	276	1498	499
0.50	182	988	329	218	1183	394	287	1558	519



[Handwritten Signature]
 Ing. César Flores C.A.S.
 INGENIERO CIVIL



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017	Ensayo:	C.B.R
Localización:	Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín	Humedad Óptima Porct. Mod.:	
Muestra:	Calicata N° 04 - Estrato N° 02		7.50%
Material:	Arena arcilloso limoso de consistencia dura y de color marrón claro	Max. Des. Porct. Mod.:	1.990 gr/cm ³
Para uso:	Tesis		
Fecha:	Junio 2018		



GOLPES	W. %	&.gr/cm ³	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.51	1.79	0.94	90	12.30		95%	100%
25	7.52	1.89	0.92	95	15.00		15.00%	18.80
56	6.22	1.99	0.83	100	18.80			



[Handwritten Signature]
 INGENIERO CIVIL



REGISTRO DE EXCAVACION											
Estudio de Mecánica de suelos											
Tesis :		Diseño de Pavimento Rígido Permeable f _c =210kg/cm ² Utilizando Agregado de Rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - 2017				Elaboró		Est. Ing. Ani Sabel Morales Cordova			
Localización :		Sector: Jr. Los Andes Cdra. 09 / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín				Fecha		Junio del 2018			
Calicata : C-04		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		Para Uso			
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION		FOTO			
						AASHTO SUCS SIMBOLO		ESPESOR (m)			
								HUMEDAD (%)			
								Observ.			
100.00	I			Arcilla limosa, con restos de raíces y palos propios de la vegetación de la zona, de color negro y/o gris oscuro		-	PI		0.20	-	Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.
99.60	II			Arena arcillosa limosa de consistencia dura y de color marrón claro, de baja plasticidad con 29.44% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq.= 22.30% e Ind. Plast.= 6.82%.		A-2-4(0)	SC-SM		0.70	11.43	
99.10	III			Arena arcillosa de consistencia dura y de color rojizo oscuro, de baja plasticidad con 43.93% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq.= 26.28% e Ind. Plast.= 7.83%.		A-4(1)	SC		0.60	14.21	
99.20											

Observaciones : Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escala).



[Handwritten Signature]
 ING. ANI SABEL MORALES CORDOVA
 INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Localización:	Sector: Jr. Los Andes / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	Cantera río Huallaga – Sector Puerto López (Cantera Génesis)
Material:	Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8"
Para uso:	Tesis
Fecha:	Junio 2018

PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D-2216

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	149.53	137.09	136.96	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	1024.40	1053.70	1000.70	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	1016.10	1045.10	992.50	grs.
PESO DEL AGUA grs	8.30	8.60	8.20	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	866.57	906.01	855.54	grs.
% DE HUMEDAD	0.96	0.95	0.96	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.95			




Ing. César Manuel Flores Cerna
INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Localización:	Sector: Jr. Los Andes / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	Cantera rio Huallaga – Sector Puerto López (Cantera Génesis)
Material:	Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8"
Para uso:	Tesis
Fecha:	Junio 2018

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO AASHTO - 84 Y AASHTO T- 85

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	572.20	541.80	550.00	
B	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	gr.	358.10	338.10	344.00	
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacío (A - B)	cc	214.10	203.70	206.00	
D	Peso de Material Seco en Estufa (105° C)	gr.	570.00	539.60	547.80	
E	Volumen de Masa (C - (A - D))	cc	211.90	201.50	203.80	
	Pe Bulk (Base Seca) (D / C)	gr./cc	2.66	2.65	2.66	2.66
	Pe Bulk (Base Saturada) (A / C)	gr./cc	2.67	2.66	2.67	2.67
	Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr./cc	2.69	2.68	2.69	2.69
	% de Absorción ((A - D) / D) * 100)	%	0.39	0.41	0.40	0.40



Ing. César Manuel Flores Cerna
INGENIERO CIVIL
1987-1910-20



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Localización:	Sector: Jr. Los Andes / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	Cantera rio Huallaga – Sector Puerto López (Cantera Génesis)
Material:	Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8"
Para uso:	Tesis
Fecha:	Junio 2018

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C-29

ENSAYO.	1	2	3	UNIDAD
PESO DE MOLDE + MATERIAL	18,792	18,877	18,955	kg.
PESO DE MOLDE	4,901	4,901	4,901	kg.
PESO DE MATERIAL	13,891	13,976	14,054	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0,0092	0,0092	0,0092	m ³
PESO UNITARIO	1,502	1,511	1,519	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,511			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C-29

ENSAYO.	1	2	3	UNIDAD
PESO DE MOLDE + MATERIAL	19,947	19,852	19,932	kg.
PESO DE MOLDE	4,901	4,901	4,901	kg.
PESO DE MATERIAL	15,046	14,951	15,031	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0,0092	0,0092	0,0092	kg.
PESO UNITARIO	1,627	1,616	1,625	kg./m ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,623			kg./m ³




Ing. Cesar Manuel Torres Coto
INGENIERO CIVIL
CIP 510126



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

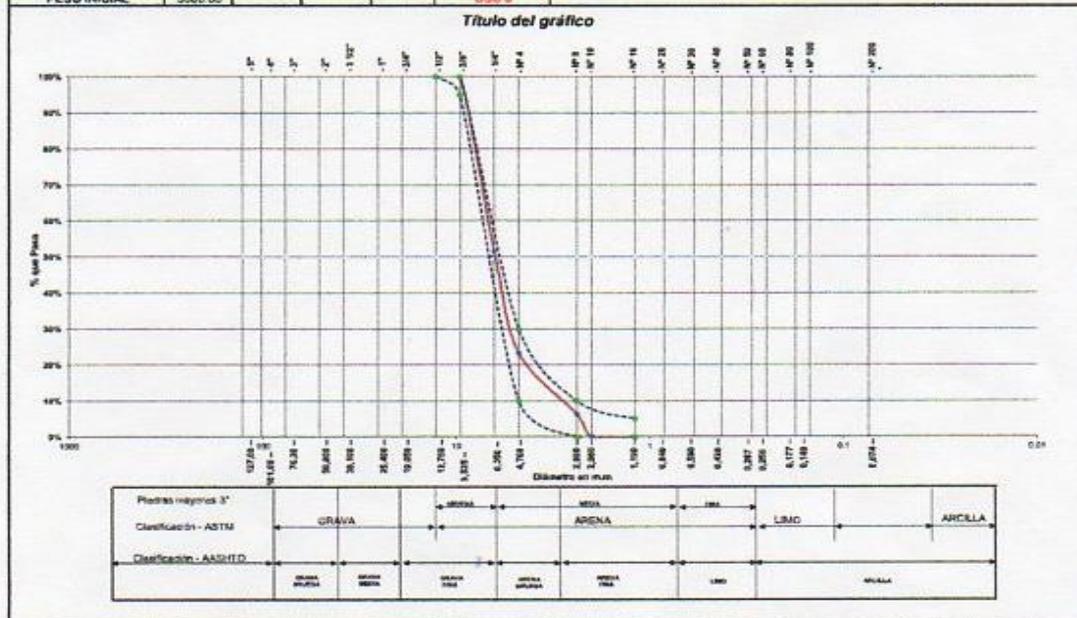
TELÉFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ



Tesis:	Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Localización:	Sector: Jr. Los Andes / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra:	Cantera río Huallaga – Sector Puerto López (Cantera Génesis)
Material:	Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8"
Para uso:	Tesis
Fecha:	Junio 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Tamizaje	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo	Modulo de Finiza AF	Modulo de Finiza AG	Equivalente de Arena	Descripción Muestra:
5"	127.00								5.25	
4"	101.00									
3"	76.20									
2"	50.80									
1 1/2"	36.10									
1"	25.40									
3/4"	19.050									
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%			
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	85%	100%			
1/4"	6.350	1432.00	48.39%	48.39%	51.61%	10%	30%			
Nº 4	4.750	645.00	28.16%	75.55%	23.45%	10%	30%			
Nº 8	2.360	514.00	17.13%	93.68%	6.32%	10%	10%			
Nº 10	2.000	185.00	6.17%	99.85%	0.15%					0.00
Nº 16	1.190	4.50	0.15%	100.00%	0.05%	0%	5%			
Nº 20	0.840									
Nº 30	0.590									
Nº 40	0.425									
Nº 50	0.297									
Nº 60	0.250									
Nº 80	0.177									
Nº 100	0.148									
Nº 200	0.074									
Fondo	0.01									
PESO INICIAL	3000.60				US06					



Ing. Cesar Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 10111120



Tesis: Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Localización: Sector: Jr. Los Andes / Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Muestra: Cantera río Huallaga – Sector Puerto López (Cantera Génesis)
Material: Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8"
Para uso: Tesis
Fecha: Junio 2018

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES) MTC E 207, AASHTO T- 96 Y ASTM C 131-89

ABRASION EN AGREGADOS GRUESOS					
ASTM C 131-89					
TAMICES ASTM		GRADACIONES - Pesos (gr)			
Pasante	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"			2500.0	
1/4"	N° 4			2500.0	
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA				08	
PARA 500 REVOLUCIONES					
Peso total de la muestra (gr)				5000.0	
Peso retenido tamiz N° 12 .				3945.0	
Diferencia (gr)				1055.0	
Desgaste (%)				21.1	



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
INGENIERO CIVIL
CIP: 110129



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



MATERIALES f'c DISEÑO = 210 Kg/cm²
 CEMENTO
 PORLANT ASTM TIPO I - PACASMAYO
 PESO ESPECIFICO : 3.11 g/cm³ PESO UNITARIO = 1500 Kg./cm³

CARACTERISTICAS DE FISICAS DE LOS AGREGADOS

RELACION AGUA - CEMENTO (A/C)	=	0.355	
PORCENTAJE DE VACIOS	=	20.00	%
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	=	2.69	g/cm ³
% DE ABSORCION	=	0.40	%
PESO UNITARIO SUELTO	=	1511.00	kg/cm ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	=	1623.00	kg/cm ³
% DE HUMEDAD	=	0.95	%
PESO ESPECIFICO DEL ADITIVO - CHEMA PLAST	=	4.20	kg/gal.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

VOLUMEN DE PASTA NECESARIO

VOLUMEN DE PASTA (Vp)	=	0.165	m ³
VOLUMEN DE VACIOS (Vv)	=	0.200	m ³
VOLUMEN DEL AGREGADO (Va)	=	0.635	m ³
PESO DEL AGREGADO (Pa)	=	1708.15	kg
CEMENTO	=	245.37	kg
VOLUMEN DE CEMENTO (Vc)	=	0.079	m ³
CANTIDAD DE AGUA	=	87.11	kg
VOLUMEN DE AGUA (Vagua)	=	0.087	m ³

TABLA 1: MATERIALES INICIALES SIN ADITIVO PARA 1M³ DE CONCRETO

MATERIALES	=	PESO EN Kg.	VOLUMEN EN M ³
CEMENTO	=	245.37	0.079
AGUA	=	87.11	0.087
AGREGADO	=	1708.15	0.635
TOTAL	=	2040.623	0.801

CONFIRMAMOS EL % DE VACIOS USANDO EL VOLUMEN TOTAL CALCULADOS

% VACIOS = 20%

Con pruebas iniciales de laboratorio usando estas cantidades de materiales y sin aditivo obtengo una mezcla sin cohesion por lo que aumentaremos la cantidad de cemento, manteniendo la relación agua - cemento y agregaremos el aditivo propuesto.

AUMENTO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	=	345.00	kg
CANTIDAD DE AGUA CON LA RELACION A/C	=	122.48	kg

En base al porcentaje de vacíos, se iguala la siguiente relación y se obtiene la cantidad de agregado, así:

AGREGADO GRUESO (Ag)	=	1524.134	kg
VOLUMEN DE CEMENTO (Vc)	=	0.111	m ³
VOLUMEN DE AGUA (Vagua)	=	0.122	m ³
VOLUMEN DE AGREGADO (Va)	=	0.567	m ³

TABLA 2: MATERIALES INICIALES SIN ADITIVO PARA 1M³ DE CONCRETO

MATERIALES	=	PESO EN Kg.	VOLUMEN EN M ³
CEMENTO	=	345.000	0.111
AGUA	=	122.475	0.122
AGREGADO	=	1524.134	0.567
TOTAL	=	1991.609	0.800

CONFIRMAMOS EL % DE VACIOS USANDO EL VOLUMEN TOTAL CALCULADOS

% VACIOS = 20%



Ing. César Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 110529



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO 3164 CORREO: dfernandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



Calculo de cantidad de aditivo a usar y reducimos la cantidad de agua según especificacion tecnica del aditivo

ADITIVO HOJA TECNICA	=	252.5	ml/bls cem.
REDUCCIÓN DEL AGUA UN CANTIDAD DE AGUA ES	=	10%	
	=	110.23	kg
VOLUMEN DE AGUA	=	0.110	m3
VOLUMEN DEL ADITIVO POR M3 DE CONCRETO	=	0.002	m3
N° BOLSAS DE CEMENTO POR M3 DE CONCRET	=	8.12	bol/m3
PESO ESPECIFICO DEL ADITIVO SEGÚN HOJA TE	=	4.20	kg/gal.
PESO ESPECIFICO DEL ADITIVO SEGUN HOJA TE	=	264.17	gal/m3
PESO ESPECIFICO DEL ADITIVO		1109.52	kg/m3
REEMPLAZAMOS VALORES (PEÑO DEL ADITIVO)		2.219	kg

TABLA 3: MATERIAL FINAL CON ADITIVO PARA 1M3 DE CONCRETO

MATERIALES	=	PESO EN Kg.	VOLUMEN EN M3
CEMENTO	=	345.00	0.111
AGUA	=	110.23	0.110
AGREGADO	=	1524.13	0.567
ADITIVO	=	2.219	0.002
TOTAL	=	1981.58	0.790

CONFIRMAMOS EL % DE VACIOS USANDO EL VOLUMEN TOTAL CALCULADOS

% VACIOS	=	21%
----------	---	-----

DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	1	bolsa
AGUA	=	13.58	lts.
AGREGADO	=	4.42	bolsa
ADITIVO	=	0.006	bolsa

PROPORCIÓN POR BOLSA (EN PESO)

CEMENTO	=	42.5	kg/bol.
AGUA	=	13.58	lt/bol.
AGREGADO	=	187.76	kg/bol.
ADITIVO	=	0.273	ml/bol.

PESO UNITARIO HUMEDO DE LOS AGREGADOS

Agregado	=	43.19	kg/p3
----------	---	-------	-------

DOSIFICACIÓN PARA OBRA F'c= 210KG/CM2

PORPORCIONES EN P3				PROPORCION BALDES (BALDES DE 20 lts.)			
CEMENTO	42.5	bol.		CEMENTO	1	bol.cem	
AGUA	13.58	lts/bol		AGUA	13.58	lt/bol	
AGREGADO	4.35	P3/bol		AGREGADO	6.15	bal/bol	
ADITIVO	0.273	ml/bol		ADITIVO	0.273	ml/bol	

6"
12"

Diametro	:	15.24 cm
Altura	:	30.40 cm
Area	:	182.41 cm2
Volumen (cm3)	:	5545.41 cm3
Volumen (m3)	:	0.00555 m3
Desperdicio	:	3.00 %
Desperdicio	:	1.03

CANTIDAD DE PROBETAS		15
CEMENTO		29.56 kg
AGUA		9.44 lt
AGREGADO GRUESO		130.58 kg
ADITIVO		0.19 ml



[Signature]
Ing. César Manuel Flores Colla
INGENIERO CIVIL
C.O. 116129



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TELEFONO: 042 582200 ANEXO:3164 CORREO: dfermandezf@ucv.edu.pe
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
TARAPOTO - PERU



PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO PERMEABLE

Para el vaciado y compactación de la mezcla se usara el siguiente equipo:

Moldes cilíndricos estándar de 6" de diámetro y 12" de alto de acero galvanizado los cuales serán llenados con la mezcla en dos capas.

Para compactar cada capa usamos el pisón del Próctor Modificado (4.5 kg y la altura de caída de 45.7 cm) dando 15 golpes cada capa.

RECOMENDACIONES

Los materiales a usar en la mezcla del concreto deben tener las siguientes características:

Usar agregado grueso de tamaño máximo 3/4", es decir que pasa la 3/4" (25.400 mm) y que queda retenida en el tamiz N° 4 (4.760 mm).
El agregado grueso debe ser lavado hasta tener como máximo el 1% de finos.
Se debe eliminar los elementos extraños como: Grumos de arcilla, trozos de madera, hojas, etc.

El agua a usar en la mezcla del concreto debe cumplir con los siguientes valores máximos:

- Cloruros 300 ppm
- Sulfatos 600 ppm
- Sales de magnesio 150 ppm
- Sales solubles totales 500 ppm
- pH Mayor de 7
- Solidos en suspensión 1,500 ppm
- Materia orgánica 10 ppm

Ing. César Vallejo
INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 TELEFONO: 042 582200 ANEXO.3164 CORREO: cfernandez@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI - TARAPOTO - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

CERTIFICADO : LMS 001-2018

ASTM : C 39 - 2004

Tesis : Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Ubicación : Sector: Jr. Los Andes /Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Material : Piedra chancada zarandeada de tamaño máximo 3/8" - Cantera Río Huallaga
Estructura : Verificación de Diseño de Mezcla de Mezcla de Concreto Permeable
Resistencia : 210 kg/cm²
Fecha : Junio del 2,018
Hora : 09:50 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	A SENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	% PROMEDIO	Tipo de Rotura
1.00	M. PRUEBA N°01- 2'0 Kg/cm ²	25/05/2018	01/06/2018	7.00	0"	15.00	2.10	26,160.00	176.71	148.04	210	70.49	70.49	B
2.00	M. PRUEBA N°02 - 2'0 Kg/cm ²	25/05/2018	01/06/2018	7.00	0"	15.00	2.10	26,160.00	176.71	148.04	210	70.49	70.49	B
3.00	M. PRUEBA N°03 - 2'0 Kg/cm ²	25/05/2018	01/06/2018	7.00	0"	15.00	2.10	26,130.00	176.71	147.87	210	70.41	70.47	B
4.00	M. PRUEBA N°04 - 2'0 Kg/cm ²	25/05/2018	01/06/2018	7.00	0"	15.00	2.10	26,140.00	176.71	147.92	210	70.44	70.44	B
5.00	M. PRUEBA N°05 - 2'0 Kg/cm ²	25/05/2018	01/06/2018	7.00	0"	15.00	2.10	26,170.00	176.71	148.09	210	70.52	70.52	B

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de mortero han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo Mortero de azufre
- El concreto se encuentran con falla adecuada

APROBADO

LABORATORIO

SELO

FIRMA

Ing. César Manuel Flores C.
INGENIERO CIVIL

TIPO DE FRACTURA

(a) CONO Y SEPARACION CONCRETO

(b) CONO Y CONO Y CONTE CONCRETO

(c) CONO Y CONO Y CONTE CONCRETO

(d) CONO Y CONO Y CONTE CONCRETO

(e) CONO Y CONO Y CONTE CONCRETO

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM : C 39 - 2004

CERTIFICADO : LMS 001-2018

Tesis : Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Ubicación : Sector: Jr. Los Andes /Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Material : Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 3/8" - Cantera Rio Huallaga
Estructura : Verificación de Diseño de Mezcla de Concreto Permeable
Resistencia : 210 kg/cm²
Fecha : Junio del 2,018
Hora : 10:10 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	A SENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M. PRUEBA N° 01 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	08/06/2018	14.00	0"	15.00	2.10	31,190.00	176.71	176.50	210	84.05	B
2.00	M. PRUEBA N° 02 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	08/06/2018	14.00	0"	15.00	2.09	31,210.00	176.71	176.61	210	84.10	B
3.00	M. PRUEBA N° 03 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	08/06/2018	14.00	0"	15.00	2.10	31,210.00	176.71	176.61	210	84.10	B
4.00	M. PRUEBA N° 04 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	08/06/2018	14.00	0"	15.00	2.10	31,160.00	176.71	176.33	210	83.97	B
5.00	M. PRUEBA N° 05 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	08/06/2018	14.00	0"	15.00	2.10	31,220.00	176.71	176.67	210	84.13	B

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especimenes de mortero han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo Mortero de azufre
- El concreto se encuentran con falla adecuada

APROBADO

LABORATORIO

FIRMA

Ing. César Manuel Flores Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 556549

TIPO DE FRACTURA

- (a) CONO Y SEPARACION CORTE
 (b) CONO Y CONO Y CORTE
 (c) CONO Y CONO Y CORTE
 (d) CORTE COLUMNAR
 (e) CORTE COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

CERTIFICADO : LMS 001-2018

ASTM : C 39 - 2004

Tesis : Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Hualлага - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2017
Ubicación : Sector: Jr. Los Andes/Distrito: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín
Material : Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 3/8" - Cantera Río Hualлага
Estructura : Verificación de Diseño de Mezcla de Concreto Permeable
Resistencia : 210 kg/cm²
Fecha : Junio del 2,018
Hora : 11:20 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	A SENT. (P.U.L.G.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F/C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M. PRUEBA N°01 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	22/06/2018	28.00	0"	15.00	2.10	37,140.00	176.71	210.17	210	100.08	B
2.00	M. PRUEBA N°02 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	22/06/2018	28.00	0"	15.00	2.10	37,150.00	176.71	210.23	210	100.11	B
3.00	M. PRUEBA N°03 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	22/06/2018	28.00	0"	15.00	2.10	37,120.00	176.71	210.06	210	100.03	B
4.00	M. PRUEBA N°04 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	22/06/2018	28.00	0"	15.00	2.10	37,120.00	176.71	210.06	210	100.03	B
5.00	M. PRUEBA N°05 - 210 Kg/cm ²	25/05/2018	22/06/2018	28.00	0"	15.00	2.10	37,130.00	176.71	210.11	210	100.05	B

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de mortero han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/mín.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo Mortero de azufre
- El concreto se encuentran con falla adecuada

APROBADO

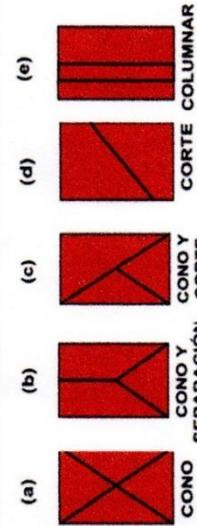
LABORATORIO



FIRMA

 Ing. Manuel Flores Cca.
 INGENIERO CIVIL

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

TESIS : Diseño de pavimento rígido permeable $f_c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018
JIRON : Jr. Los Andes
DISTRITO : Morales

Se empleara la siguiente formula:

$$\text{IMD} = \frac{5\text{VDL} + \text{VS} + \text{VD}}{7} \times \text{FC}$$

Donde:

VDL = Promedio de volumen de transito de dias laborables
VS = Volumen de transito dia sabado
VD = Volumen de transito dia domingo
F.C. = Factor de correccion

Del Analisis de las encuestas realizadas se tiene:

VDL = 43
VS = 48
VD = 22
F.C. = 1

Aplicando la formula se tiene:

$$\text{IMD} = \frac{5(43) + 48 + 22}{7} \times 1$$

$$\text{IMD} = 40 \text{ veh/dia}$$

IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR IMD (Veh/día)

TESIS : Diseño de pavimento rígido permeable f_c=210 kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018
JIRON : Los Andes
DISTRITO : Morales

TIPO DE VEHICULOS	LUNES DIA 01		MARTES DIA 02		MIÉRCOLES DIA 03		JUEVES DIA 04		VIERNES DIA 05		SABADO DIA 06		DOMINGO DIA 07		PROMEDIO DIARIO	
	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)
	Autos	19	40	19	48	18	43	16	37	13	32	19	40	10	45	16
Camionetas Pick Up	24	51	17	43	20	48	23	53	24	59	29	60	12	55	21	53
Camionetas Rural	4	9	4	10	4	10	4	9	4	10	-	-	-	-	3	7
Micro																
Bus																
Omnibus 2E																
Omnibus 3E																
Camión																
Camión 2 E																
Camión 3 E																
Camión 4 E																
2S1/2S2																
Semi Trayler																
2S3																
3S1/3S2																
2=3S3																
2T2																
2T3																
3T2																
3T3																
TOTAL PROMEDIO DIARIO	47	100.00	40	100.00	42	100.00	43	100.00	41	100.00	48	100.00	22	100.00	40	100.00
TOTAL PROMEDIO PERIODO																
TOTAL PROMEDIO VOL TRANSITO DIAS LABORABLES																
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA SABADO																
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA DOMINGO																
283																
43																
48																
22																

PROYECCIÓN DE TRÁFICO IMD(Veh/día)

TESIS : Diseño de pavimento rígido permeable f'c=210 kg/cm2 utilizando agregado de rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018
JIRON : Los Andes
DISTRITO : Morales

Datos:

Tasa de crecimiento poblacional (%)= 3.0
 Tasa de crecimiento PBI departamental (%)= 4.0
 Periodo de diseño (años)= 20

TIPO DE VEHICULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE CREC. (%)	IMD PROYECTADO
	IMD	DISTRIB (%)		
Autos	16	40.28	3.00	29
Camionetas Pick Up	21	52.65	3.00	37
Camioneta Rural	3	7.07	3.00	5
Micro	-			
Omnibus 2E	-			
Omnibus 3E	-			
Camion 2 E	-			
Camion 3E	-			
TOTAL	40	100.00		71

IMD proy. = 71 veh/día

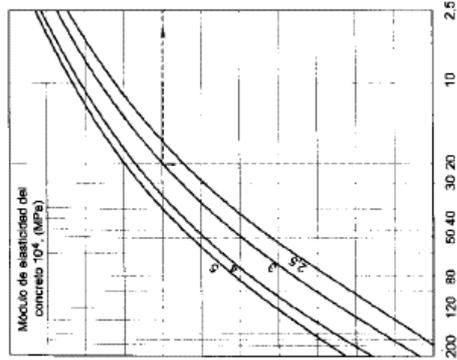
Para la proyeccion de trafico se ha empleado la siguiente formula:

$$Tr = T (1 + Rt)^n$$

Donde:

Tr = Proyeccion de trafico en años "n"
 T = IMD promedio del periodo de analisis
 Rt = Tasa de crecimiento poblacional aplicada
 n = Periodo de diseño

Nomograma AASHTO

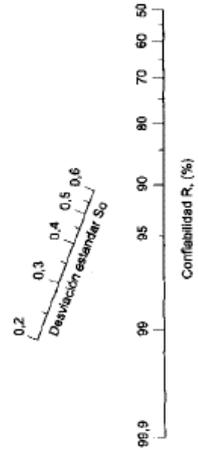
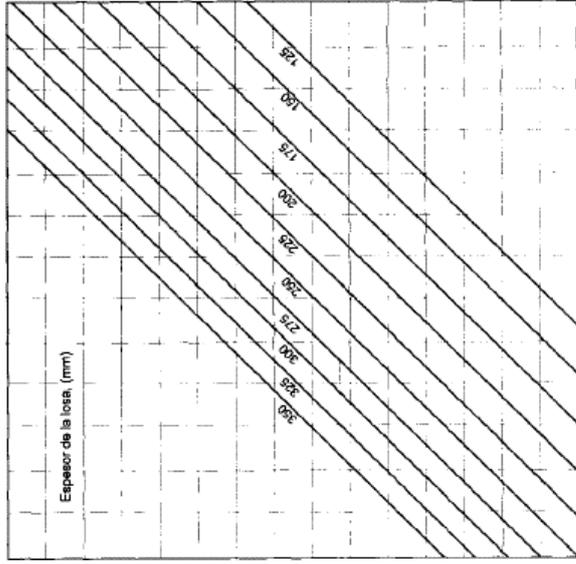


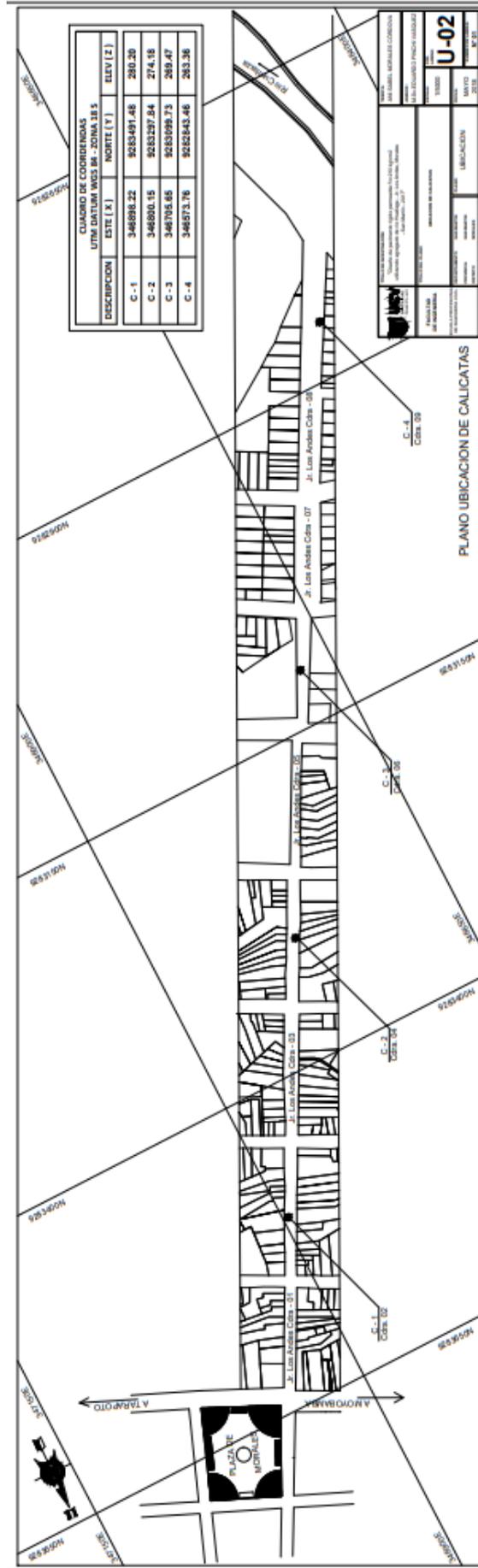
Módulo efectivo de reacción de la subrasante k_r (MPa/m)



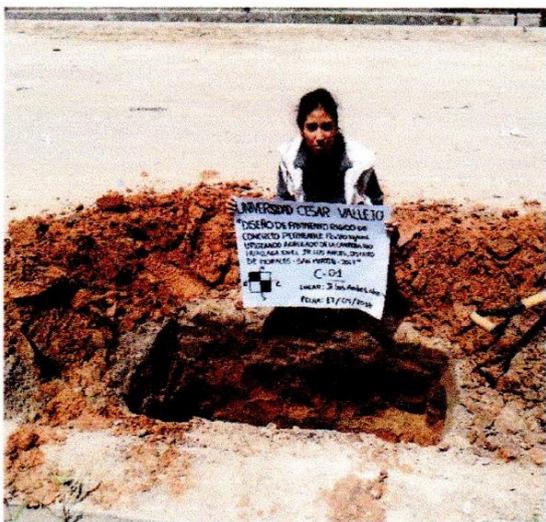
Coefficiente de transferencia de carga (C_t)

Módulo de rotura del concreto (MPa)

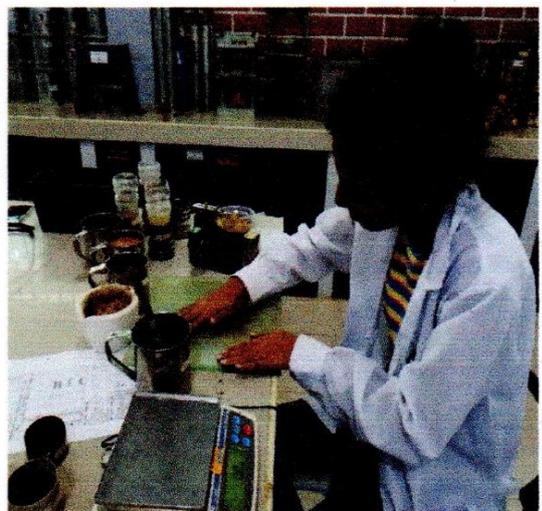
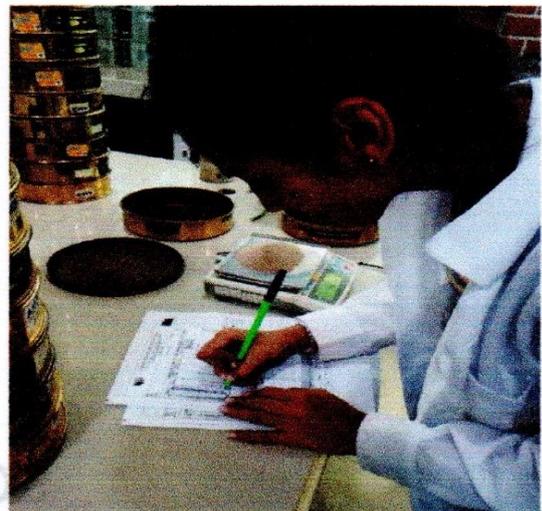
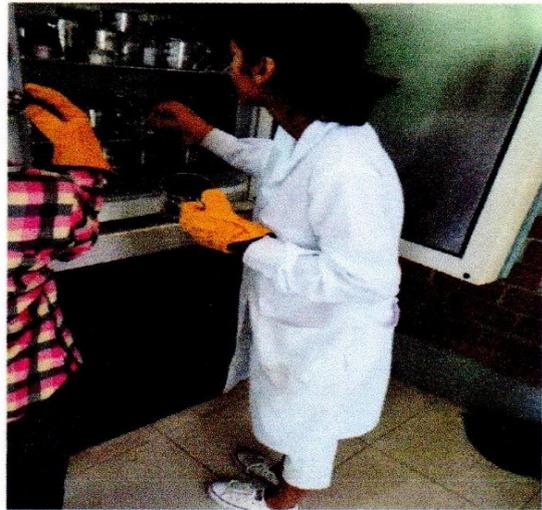
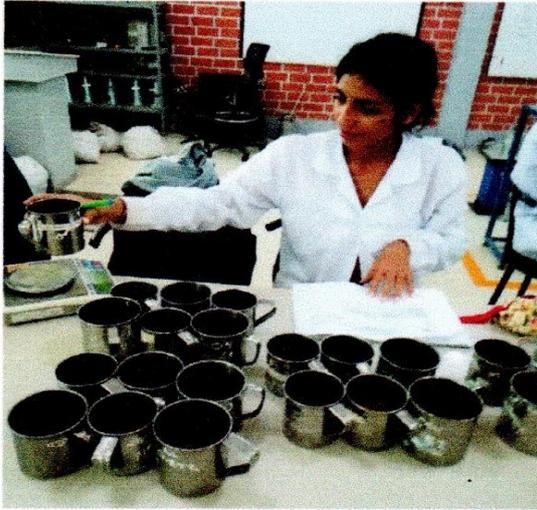




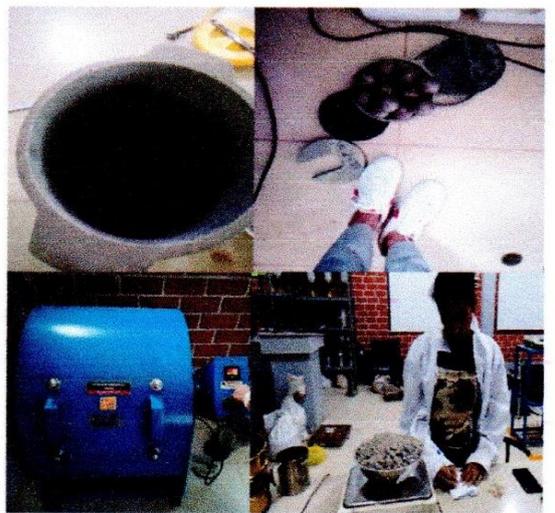
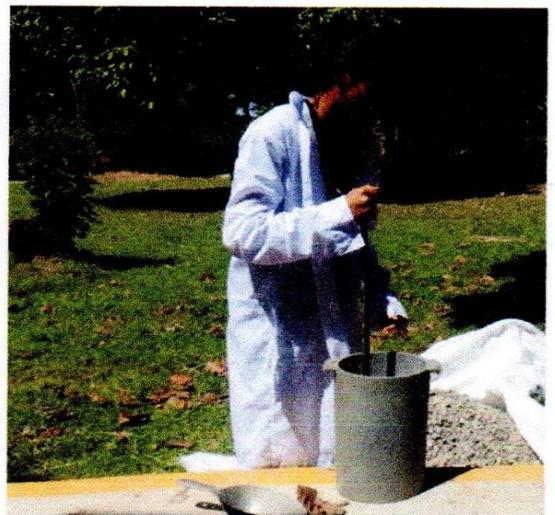
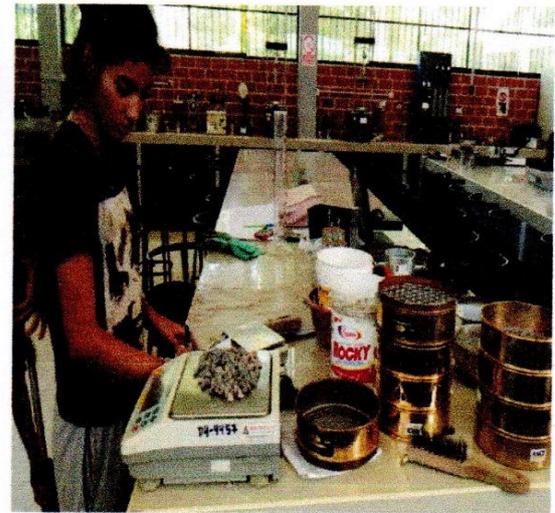
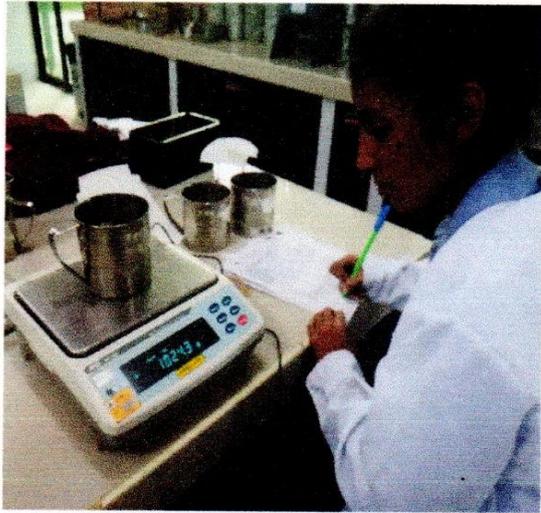
Excavación de calicatas y toma de muestras



Elaboración de los ensayos estándar de mecánica de suelos



Elaboración de ensayos de laboratorio del agregado grueso



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018"

Problema	Objetivo	Hipótesis	Instrumentos										
<p>¿Será posible elaborar un diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga – Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2017?</p>	<p>Objetivo General Elaborar el diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales– San Martín – 2017.</p> <p>Objetivo específico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar calicatas y toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos en el Jr. Los Andes, distrito de Morales, como elemento de soporte para el pavimento rígido permeable. • Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de río Huallaga. • Determinar el índice medio diario en el Jr. Los Andes – Morales. • Elaborar un diseño de mezcla de concreto permeable de un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. • Determinar la resistencia a compresión del concreto permeable a los 7, 14 y 28 días. • Determinar la velocidad y capacidad de infiltración de flujo del agua sobre el concreto permeable. 	<p>Si se podrá elaborar el diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado de río Huallaga – Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2017.</p>	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estudio de mecánica de suelos -Análisis físico y mecánico del agregado grueso -Índice medio diario -Elaboración del diseño de Mezcla -Determinación de resistencia a la compresión del concreto permeable -Determinación de la permeabilidad 										
<p>Diseño de investigación</p> <p>El diseño de investigación es experimental, debido a que se manipulará la variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente, de tipo experimental puro ya que se realizarán ensayos de laboratorio para diseñar un pavimento rígido de concreto permeable.</p> <p align="center">R-----O-----X</p> <p>'R= Agregado de la Cantera Río Huallaga</p> <p>O=Observación</p> <p>X= Pavimento rígido de concreto permeable</p>	<p>Población y muestra</p> <p>Población La población para el presente proyecto de investigación será el Jr. Los Andes desde la cuadra 01 hasta la cuadra 09 del distrito de Morales.</p> <p>Muestra La muestra será no probabilística y comprende las zonas más críticas identificadas en el Jr. Los Andes, cuadras 2,4, 6 y 9 en donde se encuentra presencia de material fino y materia orgánica en las primeras capas y la acumulación de ellas cuando se presentan las precipitaciones pluviales.</p>	<p>Variables y dimensiones</p> <table border="1" data-bbox="1388 853 1841 1085"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Agregado de río Huallaga</td> <td>Evaluación física</td> </tr> <tr> <td>Evaluación mecánica</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Pavimento rígido permeable</td> <td>Índice medio diario</td> </tr> <tr> <td>Estudio de mecánica de suelos</td> </tr> <tr> <td>Permeabilidad</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la compresión</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Agregado de río Huallaga	Evaluación física	Evaluación mecánica	Pavimento rígido permeable	Índice medio diario	Estudio de mecánica de suelos	Permeabilidad	Resistencia a la compresión	<p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formatos de ensayo de laboratorio
Variables	Dimensiones												
Agregado de río Huallaga	Evaluación física												
	Evaluación mecánica												
Pavimento rígido permeable	Índice medio diario												
	Estudio de mecánica de suelos												
	Permeabilidad												
	Resistencia a la compresión												



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORALES

“Rumbo a la modernidad de la mano con el Pueblo”

Morales, 12 de abril del 2018

CARTA N° 093 - SGI y MV- 2018-MDM

SEÑORITA : ANI SABEL MORALES CORDOVA

CIUDAD.-

ASUNTO : AUTORIZACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS – JR. LOS ANDES

REF : CARTA 001 – ASMC –MPM/2017

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente en nombre de la **Municipalidad Distrital de Morales** mediante la **Sub Gerencia de Infraestructura y Mantenimiento Vial**; visto el documento adjunto se le **AUTORIZA** la elaboración de estudios de Mecánica de Suelos en el Jr. Los Andes, siempre y cuando no perjudique el tránsito vehicular, tape las calicatas con el material extraído y las excavaciones se realicen con las señales de seguridad respectivas.

Es todo cuanto informo, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORALES
REGION SAN MARTIN
Augusto Bojórquez Ríos Córdova
SUB GERENTE (C) DE INFRAESTRUCTURA
Y MANTENIMIENTO VIAL

DIRECCION: Jr. Tarapoto N° 136 – Morales
RUC N°20148157325

Teléfono: (042) 522608



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 20-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Zadith Nancy Garrido Campaña, identificado con DNI N° 43235341, docente de la facultad de ingeniería y la escuela profesional de ingeniería civil, de la universidad César Vallejo, revisor de la tesis titulada "Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018" de la estudiante Ani Sabel Morales Córdova, consta que la investigación tiene un índice de similitud de 8 % verificable en el reporte del programa de turnito.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyeron plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la universidad César Vallejo

Tarapoto 30 de octubre de 2018

Zadith N. Garrido Campaña
INGENIERA CIVIL
CIP: 96766

Firma

Ing. Mg. Zadith Nancy Garrido Campaña

DNI N° 43235341

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

5%

2

www.ptolomeo.unam.mx:8080

Fuente de Internet

1%

3

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

4

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1%

5

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

7

wordreference.com

Fuente de Internet

<1%

8

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por doña Ani Sabel Morales Córdova cuyo título es: "Diseño de pavimento rígido permeable $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales-San Martín - 2018",

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16, DIECISÉIS.

Tarapoto, 24 de Octubre de 2018



JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
INGENIERO CIVIL
CIP. 87777

Mg. Juan Fredi Segundo Sota
PRESIDENTE



Ing. Artemia del Aguila Panduro
C.I.P. N° 69678
INGENIERO CIVIL

Ing. Artemia del Aguila Panduro
SECRETARIO



M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
INGENIERO CIVIL
CIP: 55689

M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Ani Sabel Morales Córdova, identificada con DNI N° 71616433, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de pavimento rígido permeable f'c=210 kg/cm2 utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


FIRMA

DNI: 71616433

FECHA: 19 de Octubre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
Directora de Investigación

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Ani Sabel Morales Córdova

INFORME TÍTULADO:

“Diseño de pavimento rígido permeable $F_c=210$ kg/cm² utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 17 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 16



Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN
UCV - TARAPOTO